This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

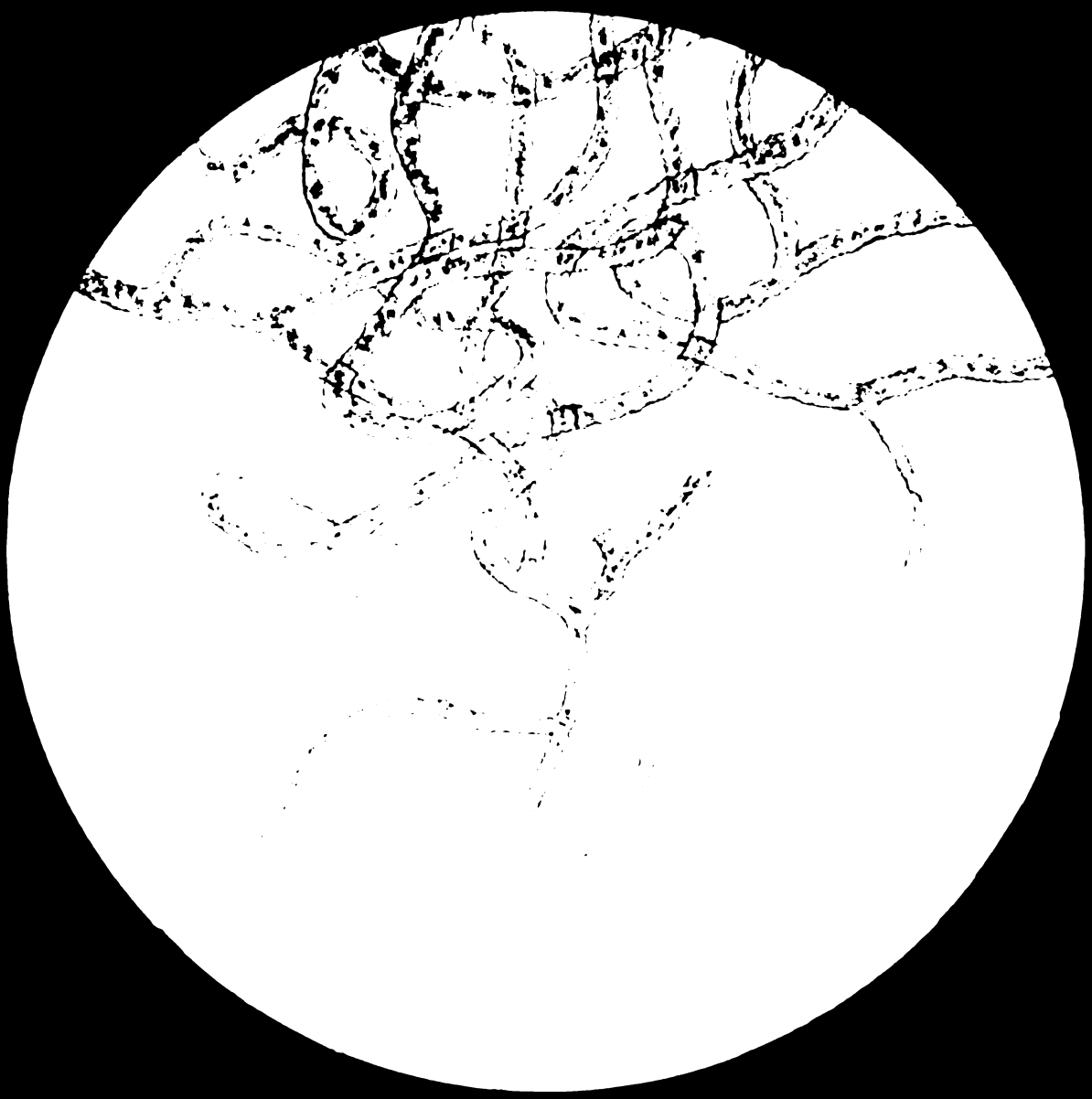
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Mikroorganizmy kak′ geologich˜e˜skie dei˜a˜teli

G. A. Nadson

Digitized by Google

3 2044 106 407 141

N1328m

W. G. FARLOW

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

G. NADSON.

DIE MIKROORGANISMEN ALS GEOLOGISCHE FAKTOREN.

I.

UEBER DIE SCHWEFELWASSERSTOFFGÄHRUNG IM WEISSOWO - SALZSEE UND ÜBER DIE BETHEILIGUNG DER MIKROORGANISMEN BEI DER BILDUNG DES SCHWARZEN SCHLAMMES (HEIL-SCHLAMMES).

Г. А. НАДСОНЪ.

МИКРООРГАНИЗМЫ

КАКЪ ГЕОЛОГИЧЕСКІЕ ДѢЯТЕЛИ.

I.

О СѢРОВОДОРОДНОМЪ БРОЖЕНІИ ВЪ ВЕЙСОВОМЪ СОЛЯНОМЪ ОЗЕРѢ И ОБЪ УЧАСТІИ МИКРООРГАНИЗМОВЪ ВЪ ОБРАЗОВАНІИ ЧЕРНАГО ИЛА (ЛѢЧЕБНОЙ ГРЯЗИ).

(Отд. отт. изъ „Трудовъ Коммиссіи по изслѣдованію Славянскихъ минеральныхъ озеръ").

W. G. FARLOW

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1903.

Digitized by Google

Digitized by Google

G. NADSON.

DIE MIKROORGANISMEN ALS GEOLOGISCHE FAKTOREN.

I.

UEBER DIE SCHWEFELWASSERSTOFFGÄHRUNG IM WEISSOWO - SALZSEE UND ÜBER DIE BETHEILIGUNG DER MIKROORGANISMEN BEI DER BILDUNG DES SCHWARZEN SCHLAMMES (HEIL-SCHLAMMES).

Г. А. НАДСОНЪ.

МИКРООРГАНИЗМЫ

КАКЪ ГЕОЛОГИЧЕСКІЕ ДѢЯТЕЛИ.

I.

О СѢРОВОДОРОДНОМЪ БРОЖЕНІИ ВЪ ВЕЙСОВОМЪ СОЛЯНОМЪ ОЗЕРѢ И ОБЪ УЧАСТІИ МИКРООРГАНИЗМОВЪ ВЪ ОБРАЗОВАНІИ ЧЕРНАГО ИЛА (ЛѢЧЕБНОЙ ГРЯЗИ).

(Отд. отт. изъ „Трудовъ Коммиссіи по изслѣдованію Славянскихъ минеральныхъ озеръ").

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
1903.

Digitized by Google

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 2 Января 1903 г.

Типографія П. П. Сойкина, Стремянная, 12.

Digitized by Google

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ концѣ 1898 года Горный Департаментъ поручилъ мнѣ разслѣдовать появленіе сѣроводорода въ глубинѣ одного изъ Славянскихъ минеральныхъ озеръ — Вейсова. Работа надъ этой спеціальной задачей скоро выдвинула предъ мною нѣсколько другихъ, болѣе широкихъ, вопросовъ и прежде всего, важный въ теоретическомъ и практическомъ отношеніи, вопросъ объ участіи микроорганизмовъ въ образованіи чернаго ила или черной лѣчебной грязи,—потомъ рядъ иныхъ проблемъ изъ области, стоящей на рубежѣ между геологіей и микробіологіей, области столь же интересной, сколь мало извѣданной.

Я излагаю теперь все, касающееся сѣроводороднаго броженія въ Вейсовомъ соляномъ озерѣ и участія микроорганизмовъ въ образованіи чернаго ила. Это составитъ, по моему предположенію, первую часть задуманнаго мною труда: „Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели".

Во всемъ существенномъ, экспериментальная часть этой работы, произведенная главнымъ образомъ въ Ботанической лабораторіи С.-Петербургскаго Женскаго Медицинскаго Института, была закончена къ 15 ноября 1900 г.

С.-Петербургъ.
30 ноября 1901 г.

Digitized by Google

Digitized by Google

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ГЛАВЫ	СТР.
I. Очеркъ Вейсова озера. Химическій составъ воды. Распредѣленіе въ озерѣ зимой сѣроводорода; сравненіе съ Чернымъ моремъ. Зимняя флора. Обиліе жизни и органическихъ веществъ въ озерѣ.	1
II. Литература вопроса. Работы Верига. Образованіе черной лѣчебной грязи есть біо-химическій процессъ. Résumé совокупности добытыхъ результатовъ и необходимость дальнѣйшихъ, особенно, микробіологическихъ изслѣдованій. . . .	6
III. Физико-химическія свойства чернаго ила Вейсова озера, примѣняемаго въ качествѣ лѣчебной грязи. Его микроскопическое строеніе. Значеніе коллоидальнаго гидрата сѣрнистаго желѣза и глины. Окисленіе чернаго ила и превращеніе его въ сѣрый; вліяніе на этотъ процессъ свѣта и водорослей. Передвиженія желѣза и кальція, вызываемыя и обусловливаемыя жизнью микроорганизмовъ. Микробіогенныя отложенія окиси желѣза и углекальціевой соли. . .	10
IV. Гранулярное строеніе коллоидальныхъ гидратовъ закиси, окиси и сѣрнистаго желѣза. Минеральныя и плазматическія зернышки, „granula“. Генезисъ чернаго ила. Илъ молодой и зрѣлый.	17
V. Опыты для выясненія процесса образованія чернаго ила изъ сѣраго, окислившагося. Значеніе органическихъ веществъ, въ частности—пептона, кислорода воздуха и солей.	22
VI. Вліяніе температуры на образованіе чернаго ила. Балансъ сѣроводорода въ озерѣ. Причина накопленія сѣроводорода зимой въ глубинѣ Вейсова озера въ громадномъ количествѣ	29
VII. Методика изслѣдованія. Субстраты. Аппараты для добыванія пробъ воды и ила. Относительная бѣдность Вейсова озера микроорганизмами. Выдѣленные изъ воды и ила микробы—бактеріи и лучистые грибки (*Actinomycetes*), способные разлагать бѣлковыя вещества съ обильнымъ выдѣленіемъ амміака и сѣроводорода, имѣютъ наиболѣе существенное значеніе въ процессѣ сѣроводороднаго броженія и при образованіи чернаго ила.	33
VIII. *Bacillus mycoides* Flügge. Синонимика и литература. Нахожденіе. Строеніе и развитіе; нормальный циклъ и инволюція. Колоніи. Культуры. Отношеніе къ кислороду. Химическія особенности. Распространеніе въ природѣ.	39
IX. *Proteus vulgaris* Hauser.	46
X. *Bacterium albo-luteum* Nadson nov. sp. и *Bacillus salinus* Nadson nov. sp. . .	51
XI. *Actinomyces albus* Gasperini. Синонимика и литература. Строеніе и развитіе; нормальный циклъ и инволюція. Псевдо-колоніи. Культуры. Отношеніе къ кислороду. Химическія особенности. Распространеніе въ природѣ. Систематическое положеніе *A. albus* и всей группы „лучистыхъ грибковъ, *Actinomycetes*“.	55
XII. *Actinomyces verrucosus* Nadson nov. sp. и *Actinomyces roseolus* Nadson nov. sp. .	65

Digitized by Google

стр.

XIII. Возстановленіе сѣраго, окислившагося ила и превращеніе его въ черный въ чистыхъ культурахъ изолированныхъ микробовъ. Ходъ процесса. Передвиженіе въ чистыхъ культурахъ кремнія, желѣза и кальція. Гранулярная структура кремнеземныхъ пленокъ. Предѣльность процесса въ чистыхъ культурахъ. Бѣлковыя вещества, какъ источникъ сѣроводорода и амміака 70

XIV. Сульфаты, какъ источникъ сѣроводорода. Воздѣйствіе на сульфаты разлагающихся органическихъ веществъ. Возстановленіе сульфатовъ водородомъ in statu nascendi. Прямое и косвенное воздѣйствіе микробовъ на сульфаты 77

XV. Двоякій источникъ (органическій и минеральный) амміака и желѣза при процессѣ образованія характернѣйшей составной части чернаго ила—коллоидальнаго гидрата сѣрнистаго желѣза. Отложенія углекислаго кальція и углекислаго магнія, какъ результатъ жизнедѣятельности микроорганизмовъ. Микробіогенные известняки и доломиты; образованіе ихъ въ черномъ илѣ и въ чистыхъ культурахъ микробовъ. 82

XVI. Вопросъ о специфичности микробовъ, участвующихъ въ процессѣ образованія чернаго ила или черной лѣчебной грязи. Значеніе внѣшнихъ условій. Обширное распространеніе отложеній чернаго ила и значеніе въ природѣ біо-химическихъ процессовъ, результатомъ которыхъ является образованіе этого ила. Единство процесса. Будущее проблемы. 86

Digitized by Google

I.

Вейсово, соляное озеро, съ двумя другими небольшими озерками—Репнымъ и Слѣпнымъ, образуетъ группу Славянскихъ минеральныхъ озеръ (Харьковская губернія, Изюмскій уѣздъ). Въ послѣдніе годы, эти озера были разносторонне изучаемы особой коммиссіей при Министерствѣ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, состоящей подъ предсѣдательствомъ проф. С. І. Залѣскаго. Занимаясь преимущественно изученіемъ химическаго состава водъ, проф. Залѣскій констатировалъ присутствіе на днѣ Вейсова озера сѣроводорода и замѣтилъ, что количество этого газа зимой, когда озеро покрыто льдомъ, сильно увеличивается. Предположивъ, съ полной основательностью, существованіе въ озерѣ такъ называемаго сѣроводороднаго броженія и оцѣнивъ по достоинству интересъ и практическое значеніе его изученія, онъ обратилъ на это вниманіе Горнаго Департамента. По его предложенію, Департаментъ возложилъ на меня порученіе ближе ознакомиться съ появленіемъ зимой сѣроводорода на днѣ Вейсова озера и уяснить, по мѣрѣ возможности, этотъ процессъ съ микробіологической точки зрѣнія.

Разслѣдованія были произведены мною на мѣстѣ, въ Славянскѣ, въ первой половинѣ января 1899 года; затѣмъ работа продолжалась въ С.-Петербургѣ надъ матеріаломъ, собраннымъ мною самимъ, а также присланнымъ мнѣ въ разное время изъ Вейсова озера, благодаря любезности администраціи Минеральныхъ Водъ. На первыхъ же порахъ, обстоятельства и ходъ самаго дѣла побудили меня не ограничиваться первоначально намѣченной задачей, а попытаться разслѣдовать еще и другой вопросъ, находящійся въ тѣсной связи съ первымъ и весьма важный какъ для микробіологіи и геологіи, такъ и для практической бальнеологіи, именно—вопросъ объ образованіи чернаго ила или такъ называемой

Digitized by Google

лѣчебной грязи и, главнымъ образомъ, объ участіи въ этомъ процессѣ низшихъ организмовъ.

Прежде чѣмъ перейти, однако, къ описанію моихъ изслѣдованій [1]), считаю необходимымъ познакомить вкратцѣ съ самимъ Вейсовымъ озеромъ [2]). По величинѣ, оно уступаетъ двумъ другимъ Славянскимъ озерамъ, имѣя въ длину до 125 саж., при ширинѣ 75—100 саж. Глубина его вообще весьма не велика—въ большей части озера отъ $^1/_2$ до $2^1/_2$ аршинъ—и лишь по срединѣ озера находится значительное углубленіе, такъ называемая „воронка", глубина которой достигаетъ 9 саж. Дно озера покрываетъ песокъ-плывунъ, мѣстами прикрытый слоемъ чернаго ила или грязи. Такая же грязь мощнымъ слоемъ покрываетъ глубокое дно упомянутой воронки. На нѣкоторомъ протяженіи озеро заростаетъ травами и имѣетъ особую флору и фауну.

Всѣ три Славянскія озера принадлежатъ къ озерамъ средней солености, при чемъ Вейсово нѣсколько богаче солями двухъ другихъ. При этомъ, въ глубинѣ воронки, оно значительно соленѣе, чѣмъ на поверхности. По количеству солей, эта придонная вода приближается къ морской водѣ, напр., Нѣмецкаго моря или Атлантики. Преобладающей солью по количеству является поваренная (*NaCl*), затѣмъ идутъ сѣрнокислыя соли или сульфаты, особенно много гипса или сѣрнокальціевой соли,—придонная вода является даже насыщенной этой солью. Болѣе опредѣленное представленіе о составѣ воды даютъ анализы проф. Залѣсскаго, любезно сообщенные имъ мнѣ. Я выбираю четыре, наиболѣе поучительные. Вода анализировалась съ поверхности и съ глубины воронки отдѣльно, зимой и лѣтомъ; разсчетъ на 1 литръ воды. При этомъ, между прочимъ, особенно обращаетъ на себя вниманіе сильное увеличеніе количества сѣроводорода зимой.

---

[1]) Предварительное сообщеніе о полученныхъ результатахъ было мною сдѣлано 30 ноября 1900 г. въ соединенномъ засѣданіи I и V отдѣленій Русскаго Общества охраненія народнаго здравія. См. Журналъ Общества 1901 г. февраль, № 2, стр. 160 и сл. (авторефератъ). Сообщеніе сопровождалось демонстраціей рисунковъ и живыхъ культуръ микроорганизмовъ, а также образцовъ ила на различныхъ стадіяхъ его образованія.

[2]) Подробнѣе о Вейсовомъ и другихъ Славянскихъ озерахъ см. С. І. Залѣскій „Опрѣснѣваніе Славянскихъ минеральныхъ озеръ". Изд. Горнаго Департамента. С.-Петербургъ, 1897 г. и Л. И. Анисимова, д-ра В. Н. Коссовскаго и Н. А. Степанова, „Славянскія минеральныя воды". Составлено по порученію Управленія Славянскихъ Минеральныхъ Водъ. Славянскъ, 1898 г.

Полныя гидрологическія и химическія данныя о Славянскихъ озерахъ будутъ опубликованы въ Трудахъ вышеупомянутой Коммиссіи по изслѣдованію Славянскихъ минеральныхъ озеръ.

Относительно сѣроводорода въ глубинѣ Вейсова озера см. 2 краткія сообщенія, сдѣланныя С. І. Залѣскимъ на X-мъ Съѣздѣ русскихъ естествоиспытателей и врачей въ Кіевѣ въ 1898 г. и напечатанныя въ Дневникѣ Съѣзда: 1) Нѣкоторыя естественно-историческія данныя относительно Славянскихъ соляныхъ озеръ (стр. 151), 2) Къ вопросу объ образованіи ила въ соляныхъ озерахъ и его почернѣніи (стр. 396).

Digitized by Google

Вейсово озеро.

	Поверхность.		Глубина.	
	Лѣтомъ (1897.15/VII).	Зимой (1899 5/I).	Лѣтомъ (1897.15/VII).	Зимой (1899.5/I).
T°—по C°	21,3	1,5	12,6	4,4
°/—по Бомэ	1,60	1,70	3,50	3,25
Уд. вѣсъ 20°/15°C. . . .	1,0118	1,0128	1,0257	1,0231
Плотн. остатокъ (180°C.) . .	16,140	17,123	35,285	32,315
Потеря при прокаливаніи .	0,3000	0,5000	0,6820	0,6050
Орган. вещества, легко окисл..	0,0652	0,0430	0,1114	0,1260
Извести (CaO)	1,3281	1,4500	1,7463	1,7184
Магнезіи (MgO)	0,1981	0,2177	0,1950	0,1991
Хлора (Cl)	6,7152	7,1090	17,3100	16,5230
Сѣрной кислоты (SO_3) . . .	2,6726	2,9372	2,9250	2,2198
Углекислоты связ. (CO_2) . .	0,0622	0,0710	0,2100	0,3800
Углекислоты свободн. (CO_2) .	0,0010	0,0060	0,0786	0,0512
Сѣроводорода (H_2S) . . .	нѣтъ	нѣтъ	0,0360	0,3000

Въ самомъ началѣ 1899 года, когда я пріѣхалъ въ Славянскъ, Вейсово озеро было покрыто тонкимъ ледянымъ покровомъ, такъ что всѣ работы велись со льда черезъ проруби. Брались пробы воды и грунта изъ разныхъ мѣстъ, особенно со дна воронки; кромѣ того, были взяты образчики зимней флоры озера. Для взятія пробъ воды служилъ батометръ—особаго устройства металлическая бутыль, открываемая и наполняемая водой на любой, желаемой глубинѣ; образчики ила поднимались лотомъ, приспособленнымъ для этой цѣли [1]). Немедленно по поднятіи пробъ воды и ила, опредѣлялась температура ихъ и содержаніе въ водѣ сѣроводорода (H_2S).

Изслѣдованія черезъ прорубь надъ самымъ глубокимъ мѣстомъ озера—тамъ, гдѣ воронка, дали такую картину распредѣленія температуръ и сѣроводорода [2]). Я выбираю одинъ примѣръ изъ ряда сходныхъ: 6 января 1899 г.

Температура воздуха		+ 2,2° C.
„	поверхнаго слоя воды . . .	— 0,2° „
„	воды на глубинѣ 1 саж. . .	+ 1,8° „
„	„ „ „ $7^1/_2$ „ . .	+ 1,9° „
„	„ „ „ 8 „ . .	+ 2,7° „
„	„ у дна $8^3/_4$ „ . .	+ 4,2° „
„	черной грязи (ила), 9 „ . .	+ 5,4° „

[1]) Подробнѣе объ этихъ аппаратахъ—ниже.

[2]) Опредѣленія температуръ и количества сѣроворода были сдѣланы С. І. Залѣскимъ.

Digitized by Google

Отъ поверхности до глубины $7^1/_2$ саж. вода совершенно прозрачна, въ ней плаваютъ мелкіе красные рачки и встрѣчаются разныя живыя водоросли. Сѣроводорода она не содержитъ совершенно. Но чѣмъ далѣе вглубь, тѣмъ его больше и больше. Вода становится стально-сѣрой, мутной и сильно опалесцируетъ отъ выдѣлившейся сѣры. Здѣсь нѣтъ ни животныхъ, ни водорослей и эта область населена лишь особыми микробами, приспособившимися къ жизни въ такой обстановкѣ. Опредѣленіе H_2S титрованіемъ показало слѣдующія количества этого газа на литръ воды:

На глубинѣ	$7^1/_2$ саж.	. 0,0090 гр.	=	5,91 куб. см. [1])	
„ „	$8^1/_2$ „ .	. 0,1344 „	=	88,31 „	„
„ „	$8^3/_4$ „ .	. 0,2815 „	=	184,96 „	„

Итакъ, придонныя воды въ воронкѣ содержатъ 184,96 кубич. сантим. сѣроводорода на литръ воды. Это чрезвычайно много; въ такомъ количествѣ H_2S не показанъ ни въ сѣрныхъ источникахъ, ни въ озерахъ, ни въ моряхъ. Извѣстно, что черноморскія воды на громадномъ протяженіи заражены сѣроводородомъ. Въ этомъ отношеніи, воронка Вейсова озера, какъ бы крохотная миніатюра Чернаго моря. Тѣмъ интереснѣе, что въ воронкѣ явленіе это обнаруживается еще рѣзче и сильнѣе, чѣмъ въ морѣ.

По даннымъ русскихъ глубоководныхъ экспедицій [2]) въ Черномъ морѣ, лишь поверхностный слой воды, незначительной сравнительно толщины — около 100 морск. саж., не содержитъ H_2S. На глубинѣ 100 саж. его всего 0,33 куб. сант. на литръ воды. Чѣмъ глубже, тѣмъ его больше; на глубинѣ 1.200 саж., его — 6,55 к. с.; отсюда не далеко уже и до дна моря (1.227 саж.).

Руководствуясь этими цифрами и кривой, данной проф. Н. И. Андрусовымъ [3]), однимъ изъ участниковъ экспедицій, видно, что придонныя воды воронки Вейсова озера въ 28 разъ богаче сѣроводородомъ, чѣмъ придонныя воды Чернаго моря. Все это, естественно, увеличиваетъ интересъ изученія образованія и накопленія H_2S въ Вейсовомъ озерѣ.

---

[1]) Вѣсъ литра H_2S принятъ въ 1,5219 гр. (при 0° и 760 мм. и для 45° широты).

[2]) Лебединцевъ, А. А. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей.—Извѣстія Импер. Русск. Географич. Общества. Т. XXVIII. 1892. стр. 51.

Лебединцевъ, А. А. Отчетъ о научной поѣздкѣ по Черному морю на военномъ транспортѣ „Ингулъ“ въ 1892 году.—Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XVIII, вып. 1, 1892, стр. 41.

Андрусовъ, Н. И. Нѣкоторые результаты экспедиціи „Черноморца“. Къ вопросу о происхожденіи сѣроводорода въ водахъ Чернаго моря.—Извѣстія Импер. Русск. Географ. Общества. Т. XXVIII, стр. 370.

[3]) Androussow, N. La mer noire.– Guide des excursions du VII congrès géologique international. St. Pétersbourg. 1897, XXIX, p. 6.

Digitized by Google

Изслѣдованія показали мнѣ, что жизнь въ Вейсовомъ озерѣ не прекращается и зимой подо льдомъ. Въ прорубяхъ повсюду появлялись въ большомъ числѣ упомянутые красные рачки (*Diaptomus salinus* Daday) и водяные клопы (*Corixa fabricii*). На днѣ въ мелководьи видны были мѣстами молодыя заросли узколистнаго рдеста *Potamogeton pectinatus* L., но особенно много было разныхъ водорослей, — одни прямо росли на днѣ, другія покрывали столбы, сваи и другіе подводные предметы, третьи плавали въ водѣ. Судя по ихъ виду, не подлежало никакому сомнѣнію, что онѣ хорошо себя чувствовали въ холодной январской водѣ,— онѣ разростались и размножались. Часто встрѣчались небольшіе нѣжно-зеленые кустики *Enteromorpha salina* Ktz. и *Enteromorpha prolifera* (Müll.) I. Ag. и ярко-зеленыя нити нѣсколькихъ видовъ *Spirogyra* и *Ulothrix*. Преобладали, однако, не эти „зеленыя“ водоросли, а микроскопическія „сине-зеленыя“ и діатомыыя водоросли. Цѣлымъ слоемъ покрывали онѣ всѣ подводные предметы и часто густо облѣпляли подводныя травы и всякія, болѣе крупныя, водоросли (въ томъ числѣ и только что упомянутыя), придавая имъ особенный, странный видъ. Изъ діатомей, зимой были мною найдены въ огромномъ количествѣ, живущія въ студенистыхъ трубкахъ, *Navicula*, сидящія на тонкихъ изъ студня ножкахъ *Achnanthes brevipes* Ehr. и, соединенныя лучистыми полушаріями, длинныя игольчатыя *Synedra*. Кромѣ этихъ формъ, которыя являются преобладающими, попадалось много и другихъ діатомей. Мое вниманіе привлекла особенно одна, свободно подвижная, имѣющая видъ маленькаго нѣжнаго серпика—*Nitzschia Closterium* W. Sm.; я часто находилъ ее раньше въ акваріумахъ съ морской водой на Гельголандѣ. Сине-зеленыя или ціановыя водоросли попадались въ перемежку съ другими; иныя образовали густыя дерновины на песчаномъ днѣ озера—таковы *Lyngbya lutea* Gom. и *Phormidium ambiguum* Gom., а среди ихъ нитей и на нихъ жило много другихъ микроскопическихъ растеній и животныхъ [1]).

Итакъ, зимою въ озерѣ жизнь не замираетъ—лишь темпъ ея замедляется. Съ наступленіемъ же теплаго времени года, жизнь все болѣе и болѣе становится кипучей и разнообразной. Часть озера густо заростаетъ травой *Potamogeton pectinatus L.* [2]); количество водорослей увеличивается, появляется много новыхъ формъ и цѣлый міръ различныхъ низшихъ представителей животнаго царства, безпозвоночныхъ.

---

[1]) О водорослях Славянскихъ озеръ въ литературѣ имѣется крайне мало свѣдѣній. Такъ, Л. Ценковскій въ своемъ отчетѣ о Бѣломорской экскурсіи (Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспыт. Т. XII. 1881, стр. 155) говоритъ мимоходомъ, что въ этихъ озерахъ растутъ—*Lyngbya salina*, *Cladophora glomerata* и *Gloeothamnion palmelloides*.

[2]) Заросли образуетъ именно этотъ рдестъ. Въ небольшомъ количествѣ была найдена мною также *Ruppia rostellata* Koch.

Digitized by Google

Вообще, флора Вейсова озера разнообразна и въ то же время своеобразна. Не входя въ подробный разборъ ея состава (это не входитъ въ мою задачу), я укажу лишь, что по своей растительности Вейсово озеро существенно отличается отъ чисто прѣсныхъ озеръ. Какъ по своему химическому составу, такъ и по своей флорѣ, это—типичное *соленое озеро средней крѣпости.*

Такова растительность съ качественной стороны. Еще большее значеніе для изслѣдуемыхъ мною явленій имѣетъ она, какъ и фауна озера, съ количественной стороны. Озеро *обильно* заселено разными животными и растеніями. Живыя и мертвыя, эти существа представляютъ огромный запасъ въ озерѣ *органическихъ веществъ*, а эти вещества, какъ скоро мы увидимъ, имѣютъ огромное значеніе для образованія въ озерѣ сѣроводорода и черной лѣчебной грязи.

II.

Теперь—о литературѣ вопроса. Изслѣдованій объ образованіи сѣроводорода и черной грязи спеціально въ Славянскихъ озерахъ нѣтъ совершенно, но есть довольно обширная русская литература, касающаяся образованія грязи въ южно-русскихъ лиманахъ и озерахъ и сѣроводороднаго броженія въ тѣхъ же лиманахъ и въ Черномъ морѣ. Не мало кромѣ того было писано за границей объ образованіи сѣроводорода изъ разныхъ веществъ, а также о распространеніи и свойствахъ чернаго морского ила.

Всѣ, какія я могъ найти, литературныя данныя мною приняты къ свѣдѣнію и оцѣнены, по мѣрѣ разумѣнія, критически. Входить же здѣсь въ подробный ихъ разборъ нѣтъ возможности, да и нѣтъ надобности. Я остановлюсь нѣсколько подробнѣе лишь на тѣхъ русскихъ работахъ, которыя касаются образованія лиманныхъ лѣчебныхъ грязей и участія въ этомъ процессѣ микроорганизмовъ.

Въ этомъ отношеніи на первомъ планѣ стоятъ работы проф. А. А. Вериго въ Одессѣ. Такъ какъ взгляды его на этотъ предметъ имъ же самимъ кратко и ясно резюмированы въ рѣчи, сказанной на первомъ всероссійскомъ съѣздѣ дѣятелей по климатологіи, гидрологіи и бальнеологіи въ 1898 г. [1]), то я позволю себѣ представить выписку изъ этой рѣчи, касающуюся свойствъ и образованія лѣчебной грязи:

„Въ лиманахъ и озерахъ, говоритъ Вериго, на песчано-глинистомъ днѣ, подъ покровомъ рапы, отлагается гнѣздами и сплошною мас-

[1]) Вериго, А. А. Лѣчебныя бальнеологическія средства Черноморскаго побережья.— Труды I-го всероссійскаго съѣзда дѣятелей по климатологіи, гидрологіи и бальнеологіи. Т. I, 1899, стр. LIII.

Digitized by Google

сою особая пластичная, мягкая, чернаго цвѣта среда — непрерывная, какъ жидкость, но консистентная и вязкая—это *среда коллоидальная* [1]), составляющая особый характерный бальнеологическій матеріалъ — цѣлебную грязь".

„Глинистыя частицы, мелкій песокъ и обломки раковинъ составляютъ остовъ, на которомъ отлагается коллоидальная масса. Матеріалъ для нея содержится въ лиманной рапѣ и приносится также извнѣ".

„Онъ состоитъ изъ *соляной массы*, со значительнымъ содержаніемъ *желѣза* и *органическаго* растительнаго и животнаго *вещества*, происходящаго изъ фауны и флоры, развивающихся какъ въ самомъ лиманѣ, такъ и на его берегахъ".

„Весь этотъ матеріалъ проникаетъ въ промежутки песчано-глинистаго остова, выполняетъ ихъ и облекаетъ отдѣльныя твердыя частицы".

„Такая масса является плотною, жесткою, съ рѣзкимъ проявленіемъ нарушающихъ ея однородность кварцевыхъ зеренъ и обломковъ раковинъ".

„Глубокое измѣненіе въ этой массѣ, превращеніе ея въ коллоидъ совершается вслѣдствіе развитія жизнедѣятельности бактерій, этихъ микроскопическихъ аккумуляторовъ силы".

„Наиболѣе важнымъ моментомъ возникшей бактеріальной жизнедѣятельности является образованіе изъ азотистыхъ веществъ амміака и аминныхъ основаній, и развитіе сѣрнистаго водорода. Изъ сдѣлавшейся щелочною среды при содѣйствіи сѣрнистаго водорода выдѣляется чрезвычайно объемистая, вполнѣ однородная, пластичная черная масса коллоид. гидрата сѣрнистаго желѣза. Она *проникаетъ* всѣ тончайшія *поры* песчано-глинистаго остова, обхватываетъ всѣ его мельчайшія частицы, *подвѣшиваетъ* ихъ и *вводитъ* въ свою непрерывную среду, *впитывающую* всю жидкость и находящіяся въ растворѣ минеральныя и органическія вещества".

„Прежній объемъ массы сильно разросся, минеральныя частицы повисли въ мягкой пластичной средѣ" [2]).

Я нарочно сдѣлалъ эту подробную выписку, потому что данныя Вериго имѣютъ существенное значеніе и намъ придется неоднократно ихъ касаться. Безспорная и крупная заслуга одесскаго профессора состоитъ въ томъ, что онъ: 1) оцѣнилъ въ процессѣ образованія черной лѣчебной грязи значеніе *коллоидальнаго гидрата сѣрнистаго желѣза* и разъяснилъ въ значительной степени химизмъ его образованія, 2) доказалъ необходимость участія въ этомъ дѣлѣ *микроорганизмовъ* и установилъ взглядъ на этотъ процессъ, какъ на біо-химическій.

---

[1]) Курсивы принадлежатъ Вериго.

[2]) Вериго, l. c., стр. LIV—LV.

Digitized by Google

Основной опытъ Вериго, доказывающій значеніе микроорганизмовъ, состоялъ въ слѣдующемъ [1]):

Сѣрая, окисленная, грязь, облитая рапой, стерилизуется нагрѣваніемъ при 120° С. Такая, стерилизованная грязь долго остается безъ измѣненій,— но стоитъ только „заразить“ ее самымъ маленькимъ кусочкомъ сырой черной грязи, какъ она темнѣетъ, возстановляется и превращается въ характерную черную грязь.

Многое, однако, все же, осталось въ этомъ процессѣ неизвѣстнымъ и неяснымъ, какъ съ химической, такъ особенно съ микробіологической точки зрѣнія. Участіе микроорганизмовъ было констатировано, но какіе это микроорганизмы и какъ они участвуютъ, оставалось совершенно неизвѣстнымъ. Необходимо было провѣрить и дополнить работы Вериго микробіологическими разслѣдованіями, чтобы яснѣе орієнтироваться въ протекающихъ біо-химическихъ реакціяхъ.

Работы Вериго послужили исходной точкой для цѣлаго ряда позднѣйшихъ изслѣдователей: Филиповича, Брусиловскаго, Зелинскаго, Зильберберга и Вейнберга, Предтеченскаго, Анцыферова и др. [2]).

---

[1]) Вериго, А. А. О вліяніи микроорганизмовъ на образованіе лиманной грязи.— Отчеты о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. III (1883—1887). Одесса, 1888. Прилож., стр. 1—7.

Двѣ другія, важныя работы того же автора:

Изслѣдованіе одесскихъ цѣлебныхъ лимановъ и грязей.—Тамъ же. Отч. за 1877 — 1881 гг. Од. 1881, и

Характеръ химическихъ реакцій, вызывающихъ образованіе лиманной грязи.—Тамъ же. Вып. IV (1887—1892). 1892. Прилож., стр. 1—38.

[2]) Филиповичъ, В. Къ біологіи лиманной грязи.—Отчеты о. д. Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. III, 1888, стр. 1 –7.

Брусиловскій, Е. М. Къ вопросу о роли микроорганизмовъ въ образованіи лиманной грязи.—Тамъ же. Вып. IV, 1892. Прилож., стр. 39—81.

Брусиловскій, Е. М. Одесскіе лиманы и ихъ лѣчебныя средства. 2-е изд. Одесса. 1897.

Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ.-- Журналъ Русскаго Физико-Химич. Общества. Отд. первый. Т. XXV. 1893, стр. 298—303.

Зелинскій, Н. Д. и Е. М. Брусиловскій. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ.—Отчетъ о. д. Одесскаго Бальнеолог. Общества. Вып. V (1892—1898). 1898. Прилож., стр. 47—58.

Зильбербергъ, Л. А. и Вейнбергъ, М. С. Къ вопросу о бактеріяхъ раны и грязи Куяльницкаго лимана.—Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XXII. Вып. 2. 1898.

Зильбербергъ, Л. А. Къ вопросу о сѣроводородномъ броженіи въ одесскихъ лиманахъ и Черномъ морѣ.—Тамъ же. Т. XXIII. Вып. 1. 1899.

Предтеченскій, В. Е. Роль низшихъ организмовъ въ процессѣ образованія лечебной грязи Сакскаго озера.—Русскій архивъ патологіи, клинич. медицины и бактеріологіи. Т. VII. Вып. 2. 1899.

Анцыферовъ, Н. Къ вопросу о возстановленіи лиманной грязи.—Тамъ же. Т. IX. Вып. 3. 1900.

Digitized by Google

Особаго вниманія заслуживаютъ работы проф. Н. И. Андрусова [1]) и М. Егунова, [2]) касающіяся также сѣроводороднаго броженія, а отчасти и образованія лѣчебной грязи.

Каждая изъ работъ перечисленныхъ авторовъ, въ большей или меньшей степени, способствовала разъясненію вопроса; были добыты нѣкоторые факты и высказаны интересныя соображенія,—въ особенности это примѣнимо къ работамъ Андрусова и Егунова. Входить въ разборъ и оцѣнку каждой работы, повторяю, нѣтъ необходимости, но я долженъ представить, въ видѣ краткаго résumé, критическую оцѣнку совокупности добытыхъ до сихъ поръ результатовъ.

Оказывается, что какъ съ химической, такъ особенно съ микробіологической стороны, вопросъ еще далекъ отъ полнаго и яснаго рѣшенія. Въ литературѣ существуетъ много противорѣчій и не мало выводовъ и мнѣній, не достаточно критически обоснованныхъ. При обсужденіи химизма процессовъ, находимъ подчасъ заявленія и воззрѣнія [3]), противорѣчащія нѣкоторымъ основнымъ положеніямъ микробіологической химіи; иногда въ основу выводовъ кладутся такія химическія реакціи, которыя совершенно гипотетичны и не имѣютъ подъ собой экспериментальной почвы [4]).

Еще печальнѣе обстоитъ микробіологическая сторона дѣла. Авторы выдѣлили изъ грязи и описали множество разныхъ бактерій, изъ коихъ одни были указаны, какъ главные дѣятели въ процессѣ образованія этой грязи, другія, какъ побочные, третьи, какъ формы индифферентныя. Но описаніе и характеристика *всѣхъ* этихъ формъ сдѣланы либо неполно, либо не достаточно раціонально, т. е. не были соблюдены при этомъ основныя требованія всякой систематики, въ томъ числѣ и систематики микроорга-

---

Упомяну здѣсь еще объ одной работѣ, произведенной, повидимому, внѣ вліянія работъ Вериго, именно:

Пель, А. В. Къ вопросу объ образованіи цѣлебныхъ грязей вообще и Сакскихъ въ частности.—Врачъ. 1887. № 3.

[1]) Кромѣ выше упомянутыхъ, см. еще двѣ интересныя его работы:

Андрусовъ, Н. Проблемы дальнѣйшаго изученія Чернаго моря и странъ его окружающихъ. II. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ.—Записки Импер. Академіи Наукъ. Т. I. 1894. Прилож. № 1.

Андрусовъ, Н. Бактеріологія и геологія, ихъ взаимныя отношенія.—Ученыя записки Импер. Юрьевскаго университета. Годъ 5. 1897. № 1.

[2]) Егуновъ, М. Сѣрнистое желѣзо и водная окись желѣза въ почвахъ лимановъ и Чернаго моря.—Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи Н. Криштафовича. Т. II. Вып. 8—9. 1897, стр. 157.

Егуновъ, М. Біо-анизотропные бассейны. — Тамъ же. Т. IV. Вып. 3. 1900, стр. 41.

[3]) Напр., мнѣніе Н. Д. Зелинскаго (l. c. Ж. Физ.-хим. Общ. Т. 25, стр. 299) о томъ, что „процессы гніенія и тлѣнія органическаго вещества, въ водѣ находящагося, по самой сущности своей могутъ происходить только при свободномъ доступѣ воздуха (!) и въ главной массѣ своей совершаются, слѣдовательно, у поверхности водъ морей и океановъ".

[4]) См. напр. ниже разборъ реакцій образованія сѣроводорода изъ сульфатовъ.

Digitized by Google

низмовъ; къ тому же ни одинъ авторъ не далъ ни единаго рисунка найденныхъ имъ бактерій и ихъ культуръ. Все это, естественно, породило множество противорѣчій и недоразумѣній. Сравнивать между собой и сближать формы, описанныя различными авторами, почти невозможно. Особенно эта неурядица поддерживается дурной привычкой, не опредѣливъ, какъ слѣдуетъ, микроорганизмъ и не назвавъ его, согласно общепринятымъ принципамъ бинарной латинской номенклатуры, обозначать его лишь номеромъ: бактерія № 1-й, 2-й, 3-й и т. д. Такимъ путемъ обходится трудное, но важное и необходимое, „систематическое опредѣленіе“ микроорганизма и вслѣдствіе этого, несмотря на длинныя подчасъ описанія, такъ и остается невыясненнымъ вопросъ о „самостоятельности“ микроорганизма, т. е. новая ли это для науки форма или одна изъ старыхъ, уже извѣстныхъ.

Къ сожалѣнію, подобное отношеніе къ требованіямъ научной систематики въ микробіологической, особенно медицинской, литературѣ за послѣднія два десятилѣтія встрѣчается сплошь да рядомъ. Оно, правда, облегчаетъ трудъ бактеріолога, но оно же одна изъ главныхъ причинъ современнаго весьма неудовлетворительнаго положенія систематики бактерій.

III.

Переходя къ собственнымъ изслѣдованіямъ, прежде всего долженъ поставить на видъ, что я не имѣлъ и не имѣю намѣренія исчерпать предметъ и дать полное рѣшеніе обширной и важной проблемы. Моя задача болѣе скромная и сводится къ слѣдующему: 1) найти и описать возможно точнѣе микроорганизмы, играющіе существенную роль при выдѣленіи H_2S и образованіи черной лѣчебной грязи въ Вейсовомъ озерѣ, 2) представить нѣсколько данныхъ и соображеній, касательно біо-химическихъ процессовъ, при этомъ происходящихъ.

Начну со свойствъ чернаго ила Вейсова озера, примѣняемаго въ качествѣ лѣчебной грязи [1]).

Поднятый лотомъ со дна воронки, онъ представляетъ тѣ же внѣшнія свойства, что и лиманная черная грязь, согласно вышеприведенному описанію ея Вериго: это густая, какъ сметана и черная, какъ вакса, пластичная масса, ясно, но не сильно, отдающая сѣроводородомъ. Она имѣетъ ясно щелочную реакцію. При дѣйствіи кислотъ, какъ минеральныхъ, такъ и органическихъ, она сильно вскипаетъ, что указываетъ на большое содержаніе въ ней карбонатовъ; особенно богата она углекислымъ кальціемъ, находящимся

[1]) Полнаго химическаго анализа его не существуетъ, но есть аналитическія данныя проф. Чирикова (1887 г.) и проф. Костюрина (1893), по которымъ можно составить нѣкоторое понятіе о его химическомъ составѣ.

Digitized by Google

въ мелко раздробленномъ состояніи. Своимъ чернымъ цвѣтомъ, эта грязь, какъ и лиманная, да и всѣ другіе сорта чернаго ила, включая и залегающій на огромномъ пространствѣ на днѣ морей, синій илъ („blu mud“) [1]), обязана, главнымъ образомъ, *черному коллоидальному гидрату сѣрнистаго желѣза.* Этотъ студенистый гидратъ, облѣпляя входящія въ составъ грязи частицы сѣрой глины и мельчайшія песчинки, а также остатки организмовъ, какъ бы цементируетъ ихъ и связываетъ все воедино.

Минеральныя составныя части и на первомъ планѣ глина преобладаютъ. Остатковъ органическихъ въ грязи со дна воронки, какъ и во всякой типичной, *зрѣлой*, черной грязи, сравнительно мало. Среди нихъ преобладаютъ пустыя, нерѣдко въ различной степени почернѣвшія скорлупки или панцыри діатомовыхъ водорослей, цѣльныя или обломанныя. Скорлупки эти, какъ извѣстно, пропитаны кремнеземомъ и этимъ объясняется ихъ

Въ 1000 ч. по вѣсу найдено.	Грязи.		Разсола грязи.	
	1877 г.	1893 г.	1877 г.	1893 г.
Хлористаго натра	51,137	45,997	76,706	66,566
Сѣрнокислаго натра	0,382	0,981	0,573	1,420
Сѣрнокислаго кальція	0,020	1,452	0,030	1,7120
Кремнезема	0,166	0,194	0,2490	—
Сѣроводорода	0,063	0,0615	0,095	0,089
Органическихъ веществъ	0,964	—	0,964	1,310
Воды	627,969	640,044	920,505	—
Нерастворимыхъ въ водѣ веществъ	319,250	308,740	—	—

Кромѣ того есть старый (1855 г.) анализъ проф. Гордѣенко лѣчебной грязи изъ сосѣдняго Репнаго озера. Его полезно также привести.

На 100 частей сухой грязи:

Хлористаго натра	6,6278
Сѣрнокислато натра	1,3309
„ кальція	1,5290
Окиси желѣза	8,943
„ магнія	25,900
Кремнезема	24,340
Хлористаго магнія	0,1630
Углекислаго магнія	1,244
„ кальція.	12,340
Органическихъ веществъ	13,920
Гумина	1,5025
Гуминовыхъ кислотъ	2,1875

Приводимые анализы заимствованы изъ книги: „Славянскія Минеральныя воды“, Л. И. Анисимова, Д-ра В. Н. Коссовскаго и Н. А. Степанова. Славянскъ. 1898. стр. 10 и 14.

[1]) О „синемъ илѣ“ будетъ сказано еще ниже.

Digitized by Google

бо̀льшая сохранность, но несомнѣнно—я убѣдился въ этомъ наблюденіями—что и онѣ, подъ вліяніемъ біо-химическихъ процессовъ броженія и гніенія, совершающихся въ черномъ илѣ, постепенно разрушаются и растворяются, только медленно.

Кромѣ панцырей діатомовыхъ, попадаются еще хитиновые покровы мелкихъ ракообразныхъ, но ихъ гораздо меньше, такъ какъ они легче разрушаются; изрѣдка встрѣчаются также остатки клѣточныхъ оболочекъ разныхъ водорослей (преимущественно изъ группы „зеленыхъ“) и травъ, вѣроятно тростника и вышеупомянутаго рдеста — *Potamogeton pectinatus*. Все это склеено вмѣстѣ чернымъ студенистымъ гидратомъ сѣрнистаго желѣза. Таково *микроскопическое строеніе* грязи.

Выше я привелъ взглядъ проф. Вериго на строеніе лиманной грязи. По его мнѣнію: „минеральныя частицы повисли въ мягкой пластичной средѣ“ и черный гидратъ желѣза „подвѣшиваетъ“ ихъ. Примѣнительно къ зрѣлой грязи Вейсова озера, т. е. той черной грязи, которая обладаетъ типичными свойствами и употребляется съ лѣчебными цѣлями — это не вполнѣ точно.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, Сидоренко [1]), изслѣдуя петрографически черный илъ Куяльницкаго лимана, убѣдился, „что глина, въ которую внѣдрены многочисленныя зернышки различныхъ минераловъ, имѣетъ сѣрый цвѣтъ, но она столь густо пигментирована черными частицами воднаго сѣрнистаго желѣза, что глазу, невооруженному или вооруженному слабо увеличивающимъ оптическимъ инструментомъ, кажется совершенно черной. Такимъ образомъ черный пигментъ здѣсь маскируетъ настоящій цвѣтъ глины, а вслѣдствіе этого и весь илъ кажется чернымъ“.

Далѣе Сидоренко указываетъ на способность этого чернаго пигмента—„быть облѣпляющимъ веществомъ“ [2]). Также и Егуновъ сообщаетъ, что „микроскопическое изслѣдованіе не подтверждаетъ предполагаемаго Вериго [3]) строенія грязи“, но, что именно оно намъ показываетъ, онъ не распространяется. Значеніе глины, какъ составной части лиманнаго ила, было оцѣнено по достоинству Сидоренко. Что она играетъ роль въ „пластическихъ“ свойствахъ черной грязи—въ этомъ нельзя не согласиться съ Егуновымъ [4]). Съ глиной, вообще, необходимо считаться. Не нужно только, какъ это склоненъ дѣлать Егуновъ [5]) и, ужъ совсѣмъ неосновательно

---

[1]) Сидоренко, М. Петрографическое изслѣдованіе нѣсколькихъ образцовъ ила Куяльницкаго лимана. — Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XXI, вып. 2. 1897, стр. 127.

[2]) М. Сидоренко, l. c., стр. 128.

[3]) М. Егуновъ. Сѣрнистое желѣзо и т. д., l. c., стр. 158.

[4]) Егуновъ, М. l. c., 157–8.

[5]) Егуновъ, М. l. c.

Digitized by Google

увлекаясь, Гельманъ [1]) переоцѣнивать глину и умалять значеніе коллоидальной массы гидрата сѣрнистаго желѣза. Значеніе этого вещества для совокупности физико-химическихъ свойствъ черной лѣчебной грязи весьма велико и Вериго правъ, выдвинувъ его на *первый* планъ. Неправъ же онъ въ томъ, что черезчуръ игнорировалъ глину, и въ томъ, что не точно представилъ строеніе грязи—въ смыслѣ отношенія упомянутаго гидрата къ другимъ составнымъ частямъ грязи.

Черный илъ имѣетъ свою исторію развитія, свой *генезисъ*, и прежде чѣмъ стать характерной черной *зрѣлой* грязью, той, что между прочимъ примѣняется въ бальнеотерапіи, проходитъ рядъ послѣдовательныхъ стадій развитія. *Молодая*, формирующаяся, грязь имѣетъ строеніе иное, чѣмъ грязь старая. Къ грязи молодой, какъ я покажу далѣе, взглядъ Вериго больше примѣнимъ. Мы увидимъ также, что и самый гидратъ сѣрнистаго желѣза не просто аморфная масса, какъ это думаютъ до сихъ поръ, а имѣетъ особое строеніе.

На воздухѣ черная грязь, какъ извѣстно, окисляется и становится сѣрой. Процессъ этотъ идетъ медленно снаружи вглубь грязи; но если грязь размазать тонкимъ слоемъ, то она окисляется быстро, при этомъ сѣрѣетъ, высыхаетъ и растрескивается на мелкіе кусочки. Кусочки эти, будучи истерты, даютъ свѣтло-сѣрый порошокъ. Такой именно порошокъ служилъ мнѣ для многихъ дальнѣйшихъ опытовъ и его я буду разумѣть впредь подъ названіемъ—„сѣрая грязь“.

Грязь можетъ окисляться и превращаться въ сѣрую также подъ водой,—конечно, при достаточномъ доступѣ воздуха. На быстроту и ходъ этого окисленія, существенное, хотя и косвенное вліяніе оказываетъ *свѣтъ*. Въ этомъ убѣдили меня опыты, которые устроены были такимъ образомъ. Въ высокіе и узкіе стеклянные цилиндры на дно помѣщался слой свѣжей черной грязи въ 5—6 сантиметровъ толщиной; на грязь осторожно наливалась стерилизованная вода—дестиллированная, рѣчная Невская или соленая съ поверхности Вейсова озера—это не вліяетъ существенно на ходъ опыта, слоемъ около 15 сантиметровъ. Цилиндры покрывались сверху фильтровальной бумагой и ставились—одни на свѣтъ на окно, другіе въ темноту, въ шкафъ.

Черезъ нѣкоторый, всегда болѣе или менѣе значительный, промежутокъ времени грязь начинаетъ окисляться, съ поверхности вглубь. Сначала окисленіе идетъ почти одинаково на свѣтѣ и въ темнотѣ, но скоро въ освѣщенныхъ сосудахъ появляются водоросли и тогда тамъ процессъ окисленія значительно ускоряется. Водоросли постепенно покры-

[1]) Гельманъ, Г. А. Объ одесскихъ битуминозныхъ глинахъ-грязяхъ и объ ихъ медицинскомъ примѣненіи.—Труды I-го съѣзда дѣятелей по климатологіи, гидрологіи и бальнеологіи. Т. I. 1899, стр. 470—2.

Digitized by Google

ваютъ поверхность грязи все болѣе и болѣе густымъ слоемъ и нѣжными хлопьями плаваютъ въ водѣ (таб. I, рис. 2). Онѣ пробираются также внизъ, вглубь чернаго ила, вдоль освѣщенныхъ стѣнокъ цилиндра, образуя на поверхности ила причудливо развѣтвленныя плотныя пленки, доходящія до самаго дна цилиндра. Гдѣ только залегли эти пленки или пробрались нити водорослей, тамъ грязь быстро окисляется и, въ случаѣ обильнаго развитія водорослей, вся можетъ потерять свой черный цвѣтъ, окислиться и превратиться въ сѣрую (таб. I, рис. 2).

Если сравнить съ такими освѣщенными цилиндрами, оставшіеся въ темнотѣ, то разница оказывается огромная. За тотъ же промежутокъ времени въ темнотѣ успѣваетъ окислиться лишь небольшой слой грязи на поверхности, вся же остальная масса остается по прежнему черной (табл. I, рис. 1). Вообще реакція окисленія въ темнотѣ подъ водой не доходитъ до конца. Такъ, въ нѣкоторыхъ опытахъ, которые продолжались 1 годъ и 2 мѣсяца, причемъ нѣсколько разъ подливалась вода въ цилиндры, все-таки бо́льшая часть грязи въ глубинѣ осталась совершенно черной. Въ чемъ состоитъ это, *форсирующее естественный ходъ окисленія, вліяніе свѣта и водорослей*, вполнѣ понятно. Обладая хлорофилломъ, водоросли разлагаютъ на свѣтѣ угольную кислоту и выдѣляютъ кислородъ, которымъ и производится ускоренное окисленіе грязи.

Что касается до самихъ водорослей, которыя замѣшаны въ этомъ дѣлѣ, то онѣ относятся къ группѣ „сине-зеленыхъ“ или „ціановыхъ“. Та, что образуетъ на верхней поверхности грязи густой покровъ и плаваетъ въ водѣ нѣжными синевато-зеленоватыми хлопьями (таб. I, рис. 2, a), есть *Lyngbya salina* Kütz.; ея длинныя ниточки окружены каждая прозрачнымъ студенистымъ футляромъ. Другая форма, проникающая вглубь грязи—*Phormidium ambiguum* Gom. (рис. 2, d); она образуетъ плотныя кожистыя пленки, состоящія также изъ ниточекъ, а каждая ниточка изъ одного ряда клѣточекъ; ниточки эти потоньше, чѣмъ у предыдущей водоросли. Среди прядей *Lyngbya* попадаются въ небольшомъ числѣ разныя другія микроскопическія водоросли, но ихъ значеніе и роль въ процессѣ, въ сравненіи съ упомянутыми *Lyngbya* и *Phormidium*—второстепенны. Эти двѣ формы я находилъ даже зимой, на днѣ озера, въ разныхъ мѣстахъ.

Кромѣ вліянія свѣта и водорослей, котораго, собственно, можно было ждать ужъ a priori, эти опыты съ чернымъ иломъ обнаружили еще одно интересное явленіе. Это—*передвиженіе желѣза*. Въ темнотѣ дѣло происходитъ такъ. Въ черной грязи, подъ вліяніемъ біо-химическихъ процессовъ, образуются соединенія *закиси* желѣза. Они диффундируютъ вверхъ, въ воду, тамъ окисляются кислородомъ, растворенным въ водѣ, и желѣзо выпадаетъ въ видѣ чрезвычайно нѣжнаго студенистаго мелкоклочковатаго осадка, желтовато-или красно-буроватаго цвѣта. Осадокъ этотъ постепенно покрываетъ

Digitized by Google

всю поверхность сѣрѣющей грязи рѣзко отграниченнымъ слоемъ до 2—3 миллиметровъ толщиной (таб. I, рис. 1, a). По мѣрѣ диффузіи изъ грязи и окисленія закисныхъ соединеній желѣза, постепенно увеличивается количество этого осадка, который не что иное, какъ *коллоидальный гидратъ окиси желѣза*. Часть этой окиси, въ значительно меньшемъ, однако, количествѣ, отлагается также на стѣнкахъ цилиндра.

Въ освѣщенныхъ цилиндрахъ, населенныхъ водорослями, происходитъ то же самое явленіе, но не въ столь сильно и чисто выраженной формѣ. Благодаря водорослямъ, какъ сказано было, процессъ окисленія грязи значительно ускоряется и это отражается на ходѣ и интенсивности передвиженія желѣза. Значительная доля закиси, не достигая поверхности почвы, успѣваетъ окислиться въ верхнихъ частяхъ грязи, уже сѣрой и вполнѣ окисленной. Своимъ ржавымъ цвѣтомъ, эта образовавшаяся окись желѣза придаетъ сѣрой грязи бурый или красновато-коричневый оттѣнокъ (рис. 2, b). Вмѣстѣ съ тѣмъ, благодаря быстрому окисленію на свѣтѣ и уменьшенію количества черной грязи, количество закисныхъ соединеній желѣза въ ней, способныхъ къ передвиженію, быстро падаетъ. Все вмѣстѣ обусловливаетъ меньшее количество осадка гидрата окиси желѣза на поверхности освѣщенной почвы.

Подобное передвиженіе закиси желѣза изъ почвы въ воду, ея окисленіе и выпаденіе въ видѣ гидрата окиси происходитъ повсюду въ природѣ и играетъ громадную роль. Этимъ путемъ возникаютъ напр. нерѣдко мощныя озерныя и болотныя руды. Первый же толчекъ этому передвиженію (primum movens) даютъ *біо-химическіе* процессы, совершающіеся въ почвѣ и вызываемые микроорганизмами, въ чемъ убѣждаютъ насъ и прямые опыты, о которыхъ рѣчь будетъ ниже.

Еще Зенфтъ въ своихъ извѣстныхъ сочиненіяхъ[1]) обратилъ особенное вниманіе на такого рода передвиженія и далъ схему циркуляціи желѣза[2]). Егуновъ [3]) подробно описалъ передвиженіе желѣза въ частномъ случаѣ—изъ грязи. Къ сожалѣнію, его интересныя наблюденія были напечатаны въ мало распространенномъ геологическомъ журналѣ и я узналъ о нихъ лишь тогда, когда всѣ мои опыты были закончены. Изъ работы его я увидѣлъ, что изучая лиманную грязь, онъ наблюдалъ уже, какъ характерное пе-

---

[1]) Senft, F. Die Humus - Marsch, - Torf - und Limonitbildungen als Erzeugungsmittel neuer Erdrindelagen. 1862. Capit. IV.

Senft. F. L. Fels und Erdboden. Lehre von der Entstehung und Natur des Erdbodens. 1876. § 24.

[2]) Senft, F. und Leunis, J. Synopsis der drei Naturreiche. Theil III. Abth. Geognosie 1876, p. 219—228.

[3]) Егуновъ, М. Сѣрнистое желѣзо и водная окись желѣза въ почвахъ лимановъ и Чернаго моря.—Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи, И. Криштафовича. Т. II. вып. 8—9, 1897 г.

Digitized by Google

редвиженіе желѣза, такъ и форспрующее процессъ окисленія грязи вліяніе водорослей, его *Oscillaria* (?). Мнѣ удалось, однако, подмѣтить еще и другія стороны явленія, точнѣе его наблюдать и пойти далѣе въ его изученіи.

Сначала обращу вниманіе на то, что, кромѣ передвиженія желѣза, въ моихъ опытахъ обнаружилось еще не менѣе любопытное ***передвиженіе кальція.*** На стѣнкахъ цилиндровъ, стоявшихъ въ темнотѣ, въ нѣсколькихъ миллиметрахъ разстоянія отъ поверхности почвы-ила образуются бѣлыя кольца [1]), довольно рѣзко очерченныя (таб. I, рис. 1, *b*). Они состоятъ изъ кристалликовъ ***углекислаго кальція*** ($CaCO_3$) и ихъ сростковъ. Такія же кристаллическія отложенія, но въ гораздо меньшемъ количествѣ, разсѣяны также выше кольца, тамъ и сямъ на стѣнкахъ сосуда. Появленіе этихъ колецъ углекальціевой соли вполнѣ объясняется такимъ соображеніемъ. Черный илъ, какъ мы видѣли выше, содержитъ много углекислаго кальція (карбонатъ). При различныхъ біо-химическихъ процессахъ, происходящихъ въ этомъ илѣ, образуется угольная кислота. Эта кислота растворяетъ углекислый кальцій и переводитъ его въ двууглекислый (бикарбонатъ). Бикарбонатъ кальція диффундируетъ вверхъ, въ воду, но скоро теряетъ CO_2, и тогда образовавшійся карбонатъ выпадаетъ въ видѣ многочисленныхъ кристалликовъ. Въ освѣщенныхъ цилиндрахъ, съ почвой, покрытой пленкой водорослей, притекающій бикарбонатъ разлагается среди водорослей, которыя и сами сильно способствуютъ этому процессу, отнимая отъ бикарбоната CO_2. При этомъ карбонатъ кальція выпадаетъ уже въ самыхъ верхнихъ окисленныхъ горизонтахъ ила, значительно обогащая ихъ такимъ путемъ углекальціевой солью.

Біо-химическіе процессы, обусловливающіе это передвиженіе желѣза и кальція, вызываются, какъ сказано, ***микроорганизмами.*** Если въ цилиндрахъ черный илъ, облитый водой, быстро простерилизовать [2]), то онъ очень медленно сѣрѣетъ, окисляясь съ поверхности вглубь, но передвиженій желѣза и кальція при этомъ ***не*** происходитъ. Илъ мертвъ—и именно поэтому нѣтъ передвиженій, сколько бы времени онъ ни стоялъ. Зараженный же самымъ небольшимъ кусочкомъ свѣжаго чернаго ила (respec. его микроорганизмами), онъ скоро обнаруживаетъ передвиженіе какъ желѣза, такъ и кальція. Такимъ образомъ та окись желѣза и тотъ карбонатъ кальція, которые были только что описаны, являются по своему происхожденію ***микробіогенными отложеніями*** [3]).

Если затруднить доступъ кислорода къ этимъ отложеніямъ, то, подъ

---

[1]) Отъ примѣси окиси желѣза они могутъ быть желтоватыми.

[2]) Нагрѣваніемъ при 120° С. Цилиндры, конечно, предварительно нужно закрыть ватными пробками. Лучше для этого опыта употреблять большія пробирки.

[3]) Я не говорю *бактеріогенными*, потому что не одни только *бактеріи* играютъ при этомъ роль.

Digitized by Google

вліяніемъ опять таки біо-химическихъ процессовъ, они снова перейдутъ въ исходные продукты: окись желѣза въ закись, карбонатъ кальція въ бикарбонатъ и другія растворимыя соединенія. Перейдя въ растворъ, они диффундируютъ и, встрѣчая воздухъ, опять превращаются въ окись желѣза и углекислый кальцій.

Такимъ образомъ, ужъ изъ этихъ опытовъ ясно, что *микроорганизмы* играютъ важную роль въ *круговоротѣ желѣза* и *кальція*. Впослѣдствіи мнѣ удалось воспроизвести этотъ круговоротъ въ *чистыхъ культурахъ опредѣленныхъ микроорганизмовъ* и тѣмъ поставить значеніе ихъ внѣ всякаго сомнѣнія.

IV.

Изучая подъ микроскопомъ, при сильныхъ увеличеніяхъ (апохроматъ Цейса 2 мм., компенсаціонные окуляры 8 и 12), черную и сѣрую грязь, постепенные переходы одной въ другую и тѣ осадки окиси желѣза, о которыхъ только что шла рѣчь, я обратилъ особенное вниманіе на коллоидальные гидраты сѣрнистаго желѣза и окиси желѣза. Во всѣхъ спеціальныхъ сочиненіяхъ и въ руководствахъ ихъ описываютъ, какъ *аморфныя* студенистыя массы, имѣющія чаще всего видъ хлопьевъ или комочковъ. „Самое обыкновенное сложеніе для него, пишетъ о гидратѣ сѣрнистаго желѣза Сидоренко [1]), клочковатое, столь характерное для всѣхъ коллоидовъ“. На самомъ дѣлѣ это не совсѣмъ такъ.

Черная грязь, окисляясь, какъ сказано, сѣрѣетъ и на поверхности сѣрой грязи отлагаются ржавые нѣжные хлопья (таб. I, рис. 1). Эти хлопья — коллоидальный *гидратъ окиси желѣза*. Черная грязь содержитъ такой же *гидратъ сѣрнистаго желѣза*. Въ слоѣ сѣрой грязи встрѣчаются опять таки студенистые комочки разной величины, блѣдно-сѣроватаго цвѣта—это, какъ показываютъ реакціи, коллоидальный *гидратъ закиси желѣза*. Такимъ образомъ имѣемъ три студенистыхъ коллоидальныхъ гидрата со всѣми постепенными между ними переходами. Они *не безструктурны*. Всѣ три имѣютъ особое и притомъ одинаковое основное строеніе. Именно, студенистая масса этихъ коллоидовъ слагается изъ мельчайшихъ *шариковъ или зернышекъ почти одинаковаго діаметра*—около 0,4 μ. Особенно хорошо обнаруживаетъ эту структуру гидратъ закиси желѣза (таб. II, рис. 4). Прозрачные, блѣднаго сѣроватаго цвѣта, комочки этого коллоида состоятъ изъ множества тѣсно скученныхъ однообразныхъ зернышекъ и поразительно похожи на комочки живой мелко-зернистой протоплазмы, обладающей такъ называемымъ *гранулярнымъ* строеніемъ. Я полагаю, этотъ

[1]) М. Сидоренко, l. c., стр. 128.

Digitized by Google

терминъ—*„гранулярная структура“*—вполнѣ примѣнимъ и къ строенію упомянутыхъ минеральныхъ коллоидовъ; ихъ зернышки — минеральныя „granula“ [1]). Отсюда вытекаютъ нѣкоторыя интересныя соображенія и наведенія касательно строенія самой протоплазмы но я не буду здѣсь останавливаться на этомъ.

Эти комочки закиси, съ виду, чрезвычайно напоминаютъ также студенистыя скопленія — „зоогеи“ очень мелкихъ бактерій-кокковъ. Это сходство *минеральныхъ* коллоидовъ по строенію съ протоплазмой и зоогеями, т. е. съ *организованными* тѣлами усиливается еще способностью первыхъ окрашиваться разными красками. Такъ, метиленовая синька окрашиваетъ зернышки желѣзнаго коллоида, его минеральныя „granula“ въ синій цвѣтъ; еще лучше, быстрѣе и сильнѣе окрашиваются они карболовымъ Цилевскимъ фуксиномъ—въ превосходный ярко-красный цвѣтъ. Делафильдовскій гематоксилинъ окрашиваетъ ихъ въ густой сине-фіолетовый цвѣтъ, совершенно какъ плазматическія „granula“. Подъ вліяніемъ паровъ осміевой кислоты зернышки темнѣютъ, гранулярная структура коллоида выступаетъ при этомъ еще рѣзче,—совсѣмъ какъ на фиксированныхъ осміевой кислотой препаратахъ протоплазмы. При продолжительномъ дѣйствіи осміевой кислоты зернышки совсѣмъ чернѣютъ и становятся непрозрачными.

При окисленіи на воздухѣ комочки закиси переходятъ въ студенистый гидратъ окиси. Подъ микроскопомъ, это превращеніе можно прослѣдить шагъ за шагомъ. Сѣроватыя зернышки закиси постепенно получаютъ зеленоватый и желтоватый, потомъ оранжево-буроватый, характерный цвѣтъ ржавчины (таб. I, рис. 3). Гранулярная структура коллоида при этомъ вполнѣ сохраняется [2]). Затѣмъ, если есть притокъ желѣза, отдѣльныя зернышки окиси могутъ становиться *центрами скопленія* окиси желѣза. Получаются около отдѣльныхъ зернышекъ желѣзныя стяженія или желвачки, въ нѣсколько разъ крупнѣе основного зернышка, темно-краснобураго цвѣта (таб. II, рис. 5). При медленномъ дѣйствіи на студенистые гидраты закиси и окиси желѣза сѣрнистаго аммонія, они переходятъ въ черный гидратъ сѣрнистаго желѣза, сохраняя при этомъ свое прежнее гранулярное строеніе. Чтобы провѣрить и окончательно убѣдиться въ этихъ явленіяхъ, я воспроизвелъ ихъ искусственно.

На покровное стекло опускалась маленькая капля 1% раствора желѣзнаго купороса ($FeSO_4$). Повернувъ стекло каплей внизъ, я подвергалъ

---

[1]) Однообразіе и постоянство размѣровъ и формы отличаетъ эти зернышки—„granula“ отъ такъ назыв. „глобулитовъ“ минераловъ. О послѣднихъ см. H. Vogelsang, Die Krystalliten. 1875.

[2]) При дѣйствіи возстановителей происходитъ обратный процессъ—комочки окиси превращаются въ блѣдно-сѣроватые комочки закиси; гранулярное строеніе при этомъ сохраняется неизмѣнно

Digitized by Google

послѣднюю нѣсколько секундъ дѣйствію паровъ амміака и сейчасъ же изслѣдовалъ подъ микроскопомъ образующійся гидратъ закиси желѣза. Онъ имѣлъ видъ нѣжныхъ сѣроватыхъ студенистыхъ комочковъ съ точно такимъ же гранулярнымъ строеніемъ и со всѣми свойствами, мною только что упомянутыми для закиси желѣза, находящейся въ сѣрой грязи. Уже черезъ нѣсколько минутъ въ препаратѣ закись начинаетъ переходить въ желто-буроватую окись и все опять совершается такъ-же, какъ описано было выше. Если быстро и послѣдовательно подѣйствовать на каплю $FeSO_4$ сначала парами амміака, потомъ газообразнымъ H_2S, то можно наблюдать постепенный переходъ сѣровато-зеленоватой студени закиси въ черную студень гидрата сѣрнистаго желѣза. Свѣтлыя зернышки (granula) первой при этомъ постепенно темнѣютъ и, наконецъ, становятся совершенно черными, сохраняя прежніе размѣры. Этими опытами устанавливается внѣ сомнѣнія, что и коллоидальный гидратъ сѣрнистаго желѣза имѣетъ такое же гранулярное строеніе. Только въ студенистыхъ комочкахъ готоваго сѣрнистаго желѣза, вслѣдствіе ихъ чернаго цвѣта, непрозрачности и тѣсной скученности зернышекъ, разглядѣть эти послѣднія можно лишь въ нѣкоторыхъ, благопріятныхъ для микроскопированія, случаяхъ. Но, повторяю, наблюденія надъ его образованіемъ изъ коллоидовъ-гидратовъ закиси и окиси вполнѣ убѣждаютъ въ его составѣ изъ зернышекъ—„granula“.

Мною были изслѣдованы потомъ, для сравненія, различные образчики ила, какъ сѣраго, такъ и въ различной степени темнаго, какъ со дна прѣсныхъ водъ изъ разныхъ мѣстъ, такъ и со дна морского (Гельголандъ), а также различныя озерныя и болотныя желѣзныя руды. Вездѣ коллоидальные гидраты закиси, окиси и сѣрнистаго желѣза имѣли одно и то же, только что описанное, строеніе.

Черный илъ образуется постепенно, у него, какъ сказано, есть своя исторія развитія, свой *генезисъ*. Въ различныхъ мѣстахъ Вейсова озера, илъ или грязь находятся въ разныхъ стадіяхъ этого развитія. Въ мелководьи песчаное дно озера на большомъ протяженіи покрыто мелкими водорослями, то стелющимися по дну плотными пленками или нѣжными хлопьями, то растущими маленькими кустиками. Это преимущественно сине-зеленыя и діатомовыя водоросли,—я упоминалъ о нихъ выше. Мѣстами кромѣ того густо растетъ высокая подводная трава-рдестъ, *Potamogeton pectinatus*, стебли и листья котораго, въ свою очередь, густо облѣплены различными микроскопическими водорослями. Водоросли же густымъ войлокомъ покрываютъ столбы и сваи, вбитыя въ дно озера. Среди этой растительности живетъ множество разнообразныхъ животныхъ. Въ теплое время года количество растеній и животныхъ сильно увеличивается. По мѣрѣ того, какъ одни нарождаются и разви-

Digitized by Google

ваются, множество другихъ погибаетъ и разрушается. Ихъ смерть является исходнымъ моментомъ для образованія чернаго ила и лѣчебной грязи. Разлагающіеся остатки растеній и животныхъ выдѣляютъ амміакъ. Амміакъ, реагируя съ циркулирующими въ водѣ соединеніями желѣза, даетъ среди этихъ остатковъ студенистые осадки закиси желѣза, смѣшанной съ его окисью. Чѣмъ больше закиси, тѣмъ осадки свѣтлѣе — сѣро-зеленоватаго цвѣта; чѣмъ больше окиси, тѣмъ они желтѣе и могутъ становиться даже красновато-бурыми. Въ существованіи въ этихъ осадкахъ закиси и окиси желѣза убѣждаютъ микрохимическія реакціи этихъ осадковъ съ красной и желтой синильными солями. Этотъ минеральный студень облѣпляетъ и склеиваетъ вмѣстѣ остатки мертвыхъ организмовъ, умирающія еще существа и даже живыя, близъ находящіяся, захватывая все въ свою среду. Приносимыя водой, мелкія минеральныя и органическія частицы прилипаютъ сюда же. Склеиванію и прилипанію способствуютъ сами водоросли, такъ какъ многія изъ нихъ имѣютъ толстыя и легко разбухающія, липкія и студенистыя или слизистыя влагалища — футляры (сине-зеленыя водоросли) или же сидятъ на студенистыхъ ножкахъ (діатомеи).

Такъ, на счетъ отмирающихъ растеній и животныхъ, отчасти и на счетъ живыхъ, а также приносимыхъ водой различныхъ частицъ, эти слизистыя массы все болѣе и болѣе увеличиваются. Такимъ путемъ, на днѣ озера образуются на большомъ протяженіи, но не вездѣ, осадки ила, то болѣе свѣтлаго, сѣро-зеленоватаго цвѣта, то болѣе темные, буро-зеленые. Въ этомъ илѣ находятся еще отложенія $CaCO_3$ микробіогеннаго происхожденія. Такого рода и такимъ способомъ образуется илъ не въ одномъ только Вейсовомъ озерѣ; это явленіе *общее* и его можно наблюдать повсюду: въ лужахъ, озерахъ, рѣкахъ, моряхъ и океанахъ, — коротко вездѣ, гдѣ имѣются необходимыя условія для образованія этого ила. Характерная его особенность—*обиліе* въ немъ разлагающихся остатковъ организмовъ, наряду съ живыми растеніями и животными, большое количество склеивающей студенистой массы гидратовъ закиси и окиси желѣза и очень *небольшая* примѣсь минеральныхъ частицъ глины и песку.

При хорошемъ доступѣ воздуха, большая часть закиси желѣзпереходитъ въ окись и илъ пріобрѣтаетъ желто - бурый или красно-бурый оттѣнокъ. Но если, благодаря біо-химическимъ процессамъ, въ илѣ, кромѣ NH_3, образуется еще сѣроводородъ и ограниченный доступъ кислорода благопріятствуетъ его накопленію, то илъ темнѣетъ, вслѣдствіе перехода соединеній закиси и окиси желѣза въ черное сѣрнистое желѣзо. Обыкновенно, такое превращеніе происходитъ сначала лишь мѣстами—тамъ, гдѣ обстоятельства особо благопріятствуютъ образованію и скопленію H_2S, и среди массы сѣро-зеленаго или зеленовато-бураго ила по-

Digitized by Google

являются черныя крапины и включенія сѣрнистаго желѣза. Количество *FeS* постепенно увеличивается и мало-по-малу илъ изъ свѣтлаго превращается въ черный. Въ другихъ случаяхъ—это зависитъ отъ силы образованія и накопленія NH_3 и H_2S—быстро и сразу, притомъ на большомъ протяженіи, свѣтлый илъ переходитъ въ темный, черный. Болѣе глубокіе его слои, куда съ трудомъ доходитъ кислородъ, чернѣютъ скорѣе и гуще, чѣмъ поверхностные. На поперечныхъ разрѣзахъ ила со дна озера, по мелководью, видимъ ту же картину, что дали въ лабораторіи освѣщенные цилиндры съ грязью, упомянутые выше. Напомню, тамъ было такъ: на поверхности ила водоросли, образующія пленки и нѣжныя хлопья; подъ ними сѣрая грязь съ большимъ содержаніемъ окиси желѣза; глубже сѣрая грязь съ комочками закиси желѣза и чѣмъ дальше вглубь, тѣмъ илъ темнѣе, вслѣдствіе увеличивающагося въ немъ содержанія сѣрнистаго желѣза; наконецъ, въ глубинѣ, на извѣстномъ разстояніи отъ поверхности, весь илъ совершенно черный. То же и въ природѣ, на днѣ озера: на поверхности слой ила свѣтлыхъ оттѣнковъ, богатый закисью и окисью желѣза, въ немъ и особенно на немъ живутъ водоросли, покрывая его, то нѣжными хлопьями, то плотными пленками; болѣе глубокіе слои ила уже темнѣе и на нѣкоторой глубинѣ илъ является совсѣмъ чернымъ, вслѣдствіе большаго количества въ немъ *FeS*. Иногда темный, почти черный илъ находится очень близко отъ поверхности ила, всего въ нѣсколькихъ миллиметр., иногда значительно глубже—это зависитъ отъ многихъ причинъ, входить въ разборъ которыхъ я здѣсь не буду.

Распредѣленіе свѣтлаго и чернаго ила одинаково, какъ мы видѣли, въ цилиндрахъ и на днѣ озера, но возникло оно не одинаково, а путями прямо противоположными: въ цилиндрахъ—оно результатъ окисленія чернаго ила, а на днѣ озера—результатъ возстановленія свѣтлаго ила. Темный илъ, обладающій только что указанными, характерными особенностями строенія, можно назвать *молодымъ* иломъ. Къ нему примѣнимо опредѣленіе Вериго: онъ, дѣйствительно, представляетъ непрерывную коллоидальную среду, въ которой *подвѣшены* твердыя минеральныя частицы и остатки организмовъ. Илъ, однако, измѣняется съ возрастомъ. Въ то время, какъ сверху отлагаются новые и новые иловые осадки, его старые, болѣе глубокіе слои сжимаются, уплотняются, проникаютъ постепенно въ подлежащую почву, какъ бы вводя такимъ путемъ ея частицы въ свою среду. Кромѣ того илъ можетъ еще обогащаться твердыми частицами—минеральными и органическими (раковины и ихъ осколки, хитиновые покровы животныхъ, панцыри діатомей и т. п.), падающими на него изъ воды и приносимыми ея токами. Въ результатѣ получается илъ, *болѣе богатый* твердыми частицами, особенно минеральными.

Этому обогащенію неорганическими составными частями способствуетъ еще одно важное обстоятельство: вслѣдствіе продолжающагося въ илѣ

Digitized by Google

разрушенія остатковъ организмовъ происходитъ въ немъ убыль органическаго вещества и увеличеніе неорганическаго (процессъ минерализаціи). Наконецъ, въ извѣстное время, черный илъ пріобрѣтаетъ строеніе и весь комплексъ физико-химическихъ свойствъ, характерныхъ для *типичнаго* чернаго ила, какъ онъ былъ описанъ въ началѣ статьи, илъ становится *зрѣлымъ*. Таковъ черный лѣчебный илъ Вейсова и двухъ другихъ Славянскихъ озеръ.

Въ различныхъ мѣстахъ Вейсова озера встрѣчается илъ различнаго возраста, а потому и различнаго вида и свойствъ. Можно найти всѣ переходы и прослѣдить всю исторію развитія — отъ свѣтло-зелено-бураго, только что возникающаго, до совершенно чернаго, лѣчебной грязи. Даже на вертикальныхъ столбахъ и сваяхъ, вбитыхъ въ дно озера, среди окутывающихъ ихъ густымъ покровомъ водорослей, встрѣчается мѣстами молодой илъ: то мелкими комочками, то болѣе крупными гнѣздами, чаще свѣтлый, но не рѣдко и темный различныхъ оттѣнковъ. Не всюду, конечно, въ озерѣ имѣются одинаково благопріятныя условія для образованія и для накопленія ила въ большомъ количествѣ. Токи воды сносятъ его съ однихъ мѣстъ въ другія, гдѣ могутъ образоваться постепенно иловыя залежи. Такимъ путемъ, между прочимъ, илъ *различнаго возраста и свойствъ* сносится въ воронку озера; тамъ условія благопріятствуютъ, какъ накопленію его, такъ и его „дозрѣванію“, т. е. превращенію въ характерную черную лѣчебную грязь. Помимо этого ила, заносимаго водой, на дно воронки падаютъ также мертвыя животныя и растенія, какъ плавучія (планктонъ), такъ и тѣ, что живутъ въ разныхъ частяхъ озера на днѣ. Растительное и животное населеніе Вейсова озера, если не качественно (разнообразіемъ формъ), то количественно богато, и значеніе этого источника для образованія и накопленія ила въ воронкѣ весьма существенно. Все вмѣстѣ ведетъ къ постепенному накопленію въ ней чернаго ила все въ бо́льшемъ и бо́льшемъ количествѣ. Вообще же мѣсто накопленія ила въ рѣкахъ, озерахъ и моряхъ обусловливается и опредѣляется цѣлой совокупностью условій, отчасти физико-химическихъ, отчасти біологическихъ.

V.

Сѣрая грязь, облитая водой и стерилизованная нагрѣваніемъ, какъ упомянуто, неопредѣленно долго сохраняетъ свой цвѣтъ и свойства, но если прибавить къ ней, „заразить“ ее маленькимъ кусочкомъ сырой черной грязи, она темнѣетъ и превращается въ черную. Это основной опытъ Вериго, доказывающій необходимость *низшихъ организмовъ* для образованія черной грязи. Онъ былъ мною прежде всего повторенъ съ различными варіаціями для выясненія условій процесса.

Digitized by Google

Сухая сѣрая грязь была облита въ пробиркахъ водой, въ однихъ — дестиллированной, въ другихъ — рѣчной (Невской) или соленой изъ Вейсова озера или же искусственной морской (приготовленной растворенiемъ 3,4% морской продажной соли въ дестиллированной водѣ). Въ другой, параллельной серiи опытовъ, кромѣ воды, въ пробирки прибавленъ былъ еще въ различномъ количествѣ *пептонъ* [1]), какъ представитель сложныхъ, легко разлагающихся, органическихъ веществъ. Пробирки, закрытыя ватной пробкой, стерилизовались въ автоклавѣ $^1/_4$ часа при 120° С. Ни въ одной изъ этихъ пробирокъ потомъ сѣрая грязь не мѣняла сама по себѣ ни цвѣта, ни другихъ свойствъ. Она оставалась безъ измѣненiя долго—мѣсяцами, пока не испарялась вся вода изъ пробирки, а въ болѣе плотно закрытыхъ—около 2 лѣтъ.

Но стоило только заразить такiя пробирки самымъ небольшимъ кусочкомъ (на кончикѣ платиновой иглы) сырой черной грязи, какъ грязь начинала постепенно съ поверхности внутрь чернѣть. Если же заразить кусочкомъ не сырой, а *стерилизованной* черной грязи, то сѣрая грязь не измѣнялась и сохраняла свой status quo. Этими опытами подтверждается и ставится внѣ всякаго сомнѣнiя основной фактъ—необходимость для процесса живыхъ низшихъ организмовъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, уже эти первые опыты обнаружили мнѣ нѣкоторыя существенныя особенности процесса, именно вліяніе химическаго состава среды, и на первомъ планѣ *значенiе органическихъ веществъ*, далѣе, значенiе *кислорода* воздуха и вліяніе *температуры*. Чтобы ближе изучить вліяніе этихъ факторовъ, были произведены дальнѣйшiе опыты.

Сухая сѣрая грязь, въ одинаковыхъ приблизительно количествахъ, была облита въ пробиркахъ одинаковымъ же количествомъ: дестиллированной воды, или соленой воды изъ глубины ($8^3/_4$ саж.) воронки Вейсова озера или, наконецъ, искусственной морской водой. Въ другой, параллельной серiи, грязь была облита водою тѣхъ же трехъ сортовъ, но съ прибавкой пентона, въ пропорцiи 2 грам. на 100 к. с. воды. Оставивъ часть пробирокъ, какъ и во всѣхъ другихъ опытахъ, для контроля, остальныя были заражены по возможности одинаковымъ количествомъ сырой черной грязи [2]), которая вносилась на кончикѣ прокаленной платиновой иглы въ поверхностный слой сѣрой грязи. Затѣмъ пробирки были оставлены въ темномъ шкафу при обыкновенной (ca. 14°R.) комнатной температурѣ.

Безъ пептона процессъ идетъ такимъ образомъ. Черезъ нѣсколько (2-5) дней, медленно и постепенно, начинаетъ чернѣть верхнiй слой грязи.

---

[1]) Во всѣхъ опытахъ съ пептономъ я пользовался—Peptonum siccum Witte.

[2]) Взять для опыта нѣсколько больше или нѣсколько меньше сѣрой грязи, а для зараженiя чуточку больше или меньше черной—это, оказалось, не имѣетъ особаго значенiя такъ какъ не вліяетъ сколько нибудь существенно на ходъ и результатъ опыта.

Digitized by Google

Слой почернѣвшей грязи достигаетъ въ толщину нѣскольк. миллиметровъ и не бываетъ обыкновенно толще $^1/_2$ сантиметра. Кромѣ того, въ случаяхъ болѣе энергичнаго хода процесса, надъ поверхностью грязи въ жидкости появляются небольшія темныя облачка гидрата сѣрнистаго желѣза. На поверхности жидкости скоро образуется нѣжная ломкая пленка желтоватаго или буроватаго цвѣта, состоящая изъ гидрата окиси желѣза съ небольшой примѣсью кристалликовъ $CaCO_3$. Затѣмъ появляется осадокъ гидрата окиси желѣза на поверхности самой грязи; чѣмъ дальше тѣмъ его больше; онъ достигаетъ извѣстнаго максимума и затѣмъ уже не увеличивается. Вообще, однако, эти осадки желѣза незначительны, а строеніе и происхожденіе ихъ таково же, какъ было выше мною описано. Скудныя отложенія окиси желѣза и кристаллики $CaCO_3$ попадаются также на стѣнкахъ пробирки, но чаще ихъ нѣтъ. Вода надъ грязью остается прозрачной. Черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, обыкновенно черезъ 3-4 недѣли, почернѣніе грязи достигаетъ наибольшей степени, кульминаціоннаго пункта, а затѣмъ начинается обратный процессъ—окисленіе черной грязи, идущее той-же дорогой т. е. сверху внизъ; при этомъ грязь, съ поверхности вглубь, мало-помалу сѣрѣетъ и, наконецъ, вся снова становится сѣрой; лишь на поверхности ея остается, какъ памятникъ бывшихъ біо-химическихъ процессовъ, ржавый осадокъ окиси желѣза. Во всѣхъ трехъ сортахъ пробирокъ *ходъ процесса одинаковъ, но интенсивность его различна*. Всегда грязь въ дестиллированной водѣ чернѣетъ быстрѣе и сильнѣе, чѣмъ въ соленой Вейсовой или искусственной морской. Соленая вода ясно замедляетъ процессъ, будучи даже не очень концентрированной, не выше 3,4% солей [1]). Что должна быть концентрація, совершенно задерживающая процессъ почернѣнія, ясно a priori. Для Сакской грязи такое, вполнѣ задерживающее, вліяніе солей было констатировано Предтеченскимъ [2]). „Подъ слоемъ рапы,—говоритъ этотъ изслѣдователь,—взятой въ той концентраціи, какая обыкновенно наблюдается въ Сакскомъ озерѣ (16,5—26° по Beaumé), превращеніе сѣрой грязи въ черную совсѣмъ не происходитъ“.

Во всякомъ случаѣ, какъ въ дестиллированной, такъ и въ соленой водѣ чернѣетъ лишь часть грязи и притомъ меньшая. Никогда, ни въ одномъ опытѣ не наблюдалъ я полнаго превращенія сѣрой грязи въ черную.

Иную картину даютъ намъ опыты, въ которыхъ грязь была облита 2 % растворомъ пептона. Во всѣхъ трехъ сортахъ растворовъ почернѣніе начинается скоро и идетъ интенсивно. Уже черезъ 2-3 дня послѣ зараженія растворъ надъ грязью сильно мутится, быстро разлагается и издаетъ рѣзкій,

[1]) Это обыкновенное содержаніе соли въ водѣ океановъ.

[2]) В. Е. Предтеченскій, l. c., стр. 163.

Digitized by Google

отвратительный гнилостный (и при томъ каловый) запахъ: происходитъ типичное *гнісніе*. Въ то же время грязь быстро чернѣетъ съ поверхности вглубь и черезъ 2-3 недѣли она вся черна до дна. Происходитъ *полное* превращеніе сѣрой грязи въ черную.

Во время этого чернѣнія поднимаются въ водѣ надъ грязью вверхъ густыя черныя облака и потоки гидрата сѣрнистаго желѣза. Они были уже замѣчены и описаны Егуновымъ [1]), который работалъ надъ лиманной грязью, при иной, впрочемъ, постановкѣ опытовъ. Облака поднимаются все выше и выше, достигаютъ, наконецъ, поверхности и вся жидкость въ пробиркѣ становится черной и совершенно непрозрачной. Вмѣстѣ съ тѣмъ, на стѣнкахъ пробирки появляются сначала нѣжныя, потомъ рѣзче и рѣзче выступающіе налеты и пленки, въ видѣ колецъ, иногда ихъ нѣсколько—одно надъ другимъ. Пленки, легко отставая отъ стекла и разрываясь, висятъ потомъ въ жидкости нѣжными лоскутьями. Егуновъ [2]), который первый наблюдалъ эти кольца въ своихъ опытахъ, нашелъ, что они состоятъ изъ безцвѣтной, безструктурной, вполнѣ гомогенной массы кремнезема (SiO_2), содержащей примѣсь или включенія сѣрнистаго желѣза—и тогда пленки черны, или водной окиси желѣза—и тогда онѣ ржаво-красныя; тотъ или другой цвѣтъ колецъ зависитъ отъ доступа къ нимъ кислорода. Въ моихъ опытахъ, въ нижней потемнѣвшей части жидкости, пленки были совершенно черны отъ обильнаго содержанія въ нихъ сѣрнистаго желѣза, тогда какъ выше, гдѣ жидкость содержала еще достаточно кислорода, на стѣнкахъ отлагались болѣе мощныя желто- или ржаво-красныя кольца, содержащія въ большомъ количествѣ зерна и болѣе крупныя конкреціи окиси желѣза. Образованіе такого рода кольцевидныхъ налетовъ и пленокъ мнѣ удалось впослѣдствіи получить въ *чистыхъ культурахъ* опредѣленныхъ микроорганизмовъ и выяснить точнѣе ихъ строеніе. Объ этомъ рѣчь подробнѣе впереди.

Поднимающіеся надъ почвой выше и выше черные потоки и облака несомнѣнно представляютъ собой гидратъ сѣрнистаго желѣза. Откуда и какъ они возникаютъ?

По мнѣнію Егунова [3]),—это подвижный, поднимающійся вверхъ, гидрозоль сѣрнистаго желѣза. Я сомнѣваюсь въ правильности такого толкованія и другое представляется мнѣ болѣе вѣроятнымъ. Давно извѣстно, что изъ влажной почвы, въ которой желѣзо находится рядомъ съ разлагающимися органическими веществами, вода выноситъ его въ видѣ, отчасти бикарбоната закиси, отчасти въ видѣ органическихъ соединеній, напр., креновокислой закиси желѣза и т. п. Эти растворы желѣза прозрачны и безцвѣтны.

---

[1]) М. Егуновъ. Сѣрнистое желѣзо и т. д., стр. 161 и слѣд

[2]) М. Егуновъ, l. c., стр. 163 и слѣд.

[3]) М. Егуновъ, l. c., стр. 176.

Digitized by Google

На поверхности же воды они легко окисляются и желѣзо выпадаетъ въ видѣ осадковъ гидрата окиси, углекислаго желѣза или ржавой креновокислой окиси этого элемента [1]).

Существованіе *безцвѣтныхъ*, диффундирующихъ вверхъ, соединеній желѣза—фактъ несомнѣнный. Напр., въ моихъ, вышеописанныхъ, опытахъ безъ пептона, на поверхности жидкости и въ верхнихъ ея слояхъ выдѣлялись осадки окиси желѣза,—очевидно, вслѣдствіе окисленія кислородомъ воздуха притекающихъ снизу безцвѣтныхъ желѣзныхъ соединеній.

Въ разбираемыхъ же опытахъ съ грязью происходитъ, по моему мнѣнію, слѣдующее. Подъ вліяніемъ біо-химическихъ процессовъ, совершающихся въ зараженной сѣрой грязи, находящееся тамъ желѣзо несомнѣнно возстановляется и въ формѣ бикарбонатовъ закиси, а отчасти, вѣроятно, и въ соединеніи съ органическими веществами, диффундируетъ изъ почвы-ила постепенно вверхъ, въ воду. Встрѣчая здѣсь амміакъ и сѣроводородъ, образующіеся при гніеніи пептона, оно реагируетъ съ ними и образуетъ тѣ черныя облака и потоки гидрата сѣрнистаго желѣза, которые были упомянуты выше. Такимъ образомъ этотъ послѣдній не вытекаетъ изъ почвы, какъ *готовое* соединеніе, а образуется въ самой жидкости.

Въ какой бы, впрочемъ, формѣ соединенія желѣза, способныя окисляться, не достигали поверхности жидкости, соприкасающейся съ воздухомъ, они тамъ окисляются. Въ результатѣ на стѣнкахъ появляются сначала желтоватыя и прозрачныя, потомъ темно-ржаво-красныя и непрозрачныя, кольцевидныя пленки съ обильными включеніями окиси желѣза.

Кромѣ желѣза, по моимъ наблюденіямъ, всегда въ составъ этихъ пленокъ входятъ еще кристаллическія отложенія $CaCO_3$ въ бо́льшемъ или меньшемъ количествѣ.

Еще раньше, чѣмъ образуются кольца на стѣнкахъ, на поверхности жидкости появляется нѣжная, желтоватая, очень ломкая пленка, по происхожденію и составу, соотвѣтствующая кольцамъ. Она состоитъ изъ тончайшей безцвѣтной кремнеземной основы, содержащей въ небольшомъ количествѣ мелкія зернышки желѣзной окиси, въ бо́льшемъ количествѣ кристаллы $CaCO_3$ и, наконецъ, какъ для постѣнныхъ колецъ было указано Егуновымъ [2]), всегда подмѣсь различныхъ бактеріальныхъ формъ. Чѣмъ дальше, тѣмъ плавучая пленка становится толще, въ ней прибываетъ и желѣза и кальція, но особо въ громадномъ количествѣ возрастаетъ въ ней число бактерій и другихъ микроорганизмовъ. Наконецъ, толстая пленка сплошь затягиваетъ всю поверхность жидкости.

---

[1]) См. вышеуказанныя сочиненія Зенфта (F. Senft); также: Густавсонъ, Двадцать лекцій агрономической химіи. 1889. стр. 54.

[2]) М. Егуновъ, l. c., стр. 164.

Digitized by Google

При сотрясеніи отъ пленки отламываются куски и падаютъ на дно. Тамъ окись желѣза снова переходитъ въ закись, а углекислый кальцій въ бикарбонатъ кальція, оба снова въ растворъ, оба диффундируютъ потомъ вверхъ, а тамъ опять выпадаютъ въ пленкѣ—желѣзо въ видѣ окиси, а кальцій въ формѣ карбоната. Такого рода явленіе повторяется многократно, съ большей или меньшей силой, и въ пробиркѣ происходитъ круговоротъ, циркуляція желѣза и кальція. Такой же круговоротъ происходитъ и въ природѣ, въ соотвѣтствующихъ условіяхъ, но въ громадномъ масштабѣ.

По мѣрѣ того, какъ біо-химическіе процессы и, на первомъ планѣ, разложеніе микроорганизмами пептона идетъ впередъ, количество кислорода въ жидкости уменьшается, черныя облака сѣрнистаго желѣза поднимаются все выше и выше и достигаютъ поверхности; вмѣстѣ съ тѣмъ темнѣютъ и становятся, наконецъ, черными верхнія ржавыя кольца и плавучая пленка на поверхности—очевидно, также вслѣдствіе образованія въ нихъ сѣрнистаго желѣза.

Вся грязь становится черной и надъ ней стоитъ черный до верху слой воды. *Процессъ возстановленія и почерньнія грязи идетъ параллельно процессу разрушенія и гніенія пептона.* Тотъ и другой достигаютъ, наконецъ, своей высшей, кульминаціонной точки. На нѣкоторое время устанавливается status quo. Затѣмъ процессъ поворачиваетъ въ обратную сторону: начинается окисленіе. Тутъ на первый планъ выступаетъ значеніе бо́льшаго или меньшаго доступа воздуха—условія аэраціи воды и почвы.

Поверхностная пленка играетъ при этомъ видную роль. Если ее повторнымъ встряхиваніемъ или какъ-нибудь иначе разломать, обломки ея падаютъ на дно и кислородъ воздуха получаетъ свободный доступъ внутрь жидкости. Тогда процессъ окисленія идетъ быстро, особенно при взбалтываніи,—сверху внизъ. Сначала верхнія кольца изъ черныхъ становятся ржаво-красными, потомъ появляются на поверхности грязи отложенія окиси желѣза, далѣе подъ ними черная грязь начинаетъ сѣрѣть и, наконецъ, вся становится сѣрой. На поверхности грязи и особенно на стѣнкахъ сосуда остаются обильныя отложенія окиси желѣза съ примѣсью $CaCO_3$ и кремнезема, какъ слѣды и результатъ бывшихъ интенсивныхъ біо-химическихъ процессовъ.

Иное дѣло, если поверхность жидкости остается сплошь затянутой упомянутой толстой пленкой. Пока она цѣла, она защищаетъ надежно воду и почву отъ окисленія. Вода можетъ испаряться подъ неіі, можетъ остаться слой всего въ нѣсколько миллиметровъ, пленка сама опускается вмѣстѣ съ понижающимся уровнемъ воды, но вода и грязь остаются по прежнему черными. Лишь когда вся вода испарится и пленка ляжетъ на почву, высохнетъ и растрескается—тогда воздухъ получаетъ доступъ

Digitized by Google

къ грязи; грязь начинаетъ сѣрѣть глубже и глубже и сама высыхаетъ. Въ концѣ концовъ получается сухая сѣрая масса ила, покрытая сверху выкочевавшими изъ нея, теперь также сухими, осадками окиси желѣза съ подмѣсью углекальціевой соли.

Извѣстно, что иногда черный илъ залегаетъ у берега на чрезвычайно незначительной глубинѣ и небольшой слой воды оказывается уже достаточнымъ для предохраненія его отъ окисленія. Существенную роль при этомъ играютъ въ природѣ различные организмы, развивающіеся на поверхности ила. Поглощая для своихъ надобностей, притекающій сверху кислородъ, они защищаютъ тѣмъ самымъ подлежащій илъ отъ окисленія.

Вообще кислородъ воздуха оказываетъ большое вліяніе на образованіе чернаго ила и, въ частности, на превращеніе сѣрой грязи въ черную. Это доказываютъ какъ наблюденія въ природѣ, такъ и лабораторные опыты.

Опыты эти были устроены мною подобно только что описаннымъ, только часть пробирокъ помѣщалась въ *атмосферѣ азота*. Для этого примѣнялся способъ Бухнера, т. е.—сейчасъ послѣ зараженія, пробирки подвѣшивались, по 10 штукъ вмѣстѣ, въ высокіе стекляные цилиндры, на днѣ которыхъ находилось достаточное для поглощенія кислорода количество пирогаллово-кислаго кали; затѣмъ цилиндры плотно закрывались толстыми каучуковыми пробками, поверхъ пробокъ смазывались густымъ слоемъ вазелина и оставлялись въ темнотѣ при обыкновенной комнатной температурѣ. Контрольныя пробирки—при полномъ доступѣ воздуха. Продолжительность опытовъ варіировала и доходила до 2-хъ мѣсяцевъ.

Результаты получились слѣдующіе. Безъ кислорода, какъ и при свободномъ его доступѣ, сѣрая грязь раскисляется и превращается въ черную, при чемъ почернѣніе идетъ также съ поверхности ея, т. е. отъ мѣста зараженія, вглубь субстрата. Далѣе—совершенно подобно тому, какъ на воздухѣ—и въ атмосферѣ азота, во всѣхъ пробиркахъ съ *пептономъ* процессъ идетъ всегда несравненно быстрѣе и сильнѣе, нежели въ пробиркахъ безъ пептона. Если грязь облита дестилированной водой, съ прибавкой пептона или безъ него, то она чернѣетъ безъ доступа кислорода съ той же силой, какъ и въ соотвѣтствующихъ контрольныхъ опытахъ при полномъ доступѣ воздуха. Наоборотъ—и это заслуживаетъ особаго вниманія—если грязь облита соленой водой изъ Вейсова озера или искусственной морской, какъ съ пептономъ, такъ и безъ него—то, ceteris paribus, она чернѣетъ быстрѣе и интенсивнѣе безъ доступа кислорода, чѣмъ въ его присутствіи. Кромѣ того, безъ доступа кислорода грязь чернѣетъ скорѣе подъ соленой водой, чѣмъ подъ дестиллированной. При доступѣ же кислорода бываетъ какъ разъ наоборотъ (ср. выше стр. 24).

Изъ этихъ опытовъ, такимъ образомъ, слѣдуетъ, что тѣ соли, которыя находятся въ морской водѣ и особенно въ придонной водѣ Вейсова озера, благо-

Digitized by Google

пріятствуютъ процессу образованія черной грязи, если онъ протекаетъ безъ доступа кислорода, въ условіяхъ анаэробіоза. Къ объясненію этихъ явленій возратимся ниже, пока констатируемъ фактъ.

Почернѣніе, происходящее въ атмосферѣ азота, отличается одною особенностью, которая уже съ перваго взгляда бросается въ глаза—это отсутствіе осадковъ ржаво-красной окиси желѣза. Причина понятна за отсутствіемъ кислорода, циркулирующія въ жидкости соединенія желѣза не могутъ окисляться и отложеній гидрата окиси желѣза, столь характерныхъ, когда процессъ совершается на воздухѣ, не происходитъ. Что это отсутствіе окисленія желѣза и вмѣстѣ съ тѣмъ выведенія значительныхъ количествъ его изъ сферы біо-химическихъ реакцій отражается на процессѣ передвиженія желѣза—именно задерживаетъ его, ясно само собою. Стоитъ, однако, лишь открыть каучуковую пробку цилиндра и дать доступъ воздуху въ пробирки, какъ быстро, спустя ужъ нѣсколько часовъ, появляются обильные осадки окиси желѣза и тѣмъ дается толчекъ для дальнѣйшихъ передвиженій его соединеній изъ почвы (грязи) въ окружающую жидкость.

Итакъ, оба ряда параллельныхъ опытовъ раскисленія сѣрой грязи и образованія изъ нея черной, въ присутствіи и отсутствіи кислорода, приводятъ къ 3 главнымъ выводамъ: 1) *процессъ этотъ совершается какъ на воздухѣ, такъ и въ безкислородной атмосферѣ;* 2) *въ томъ и другомъ случаѣ присутствіе пептона* [1]) *оказываетъ огромное вліяніе: оно ускоряетъ и усиливаетъ процессъ.* Даже въ очень небольшихъ количествахъ (0,1%) пептонъ уже замѣтно вліяетъ; вообще же, оказываемое имъ вліяніе пропорціонально его количеству, точнѣе—пропорціонально количеству разложившагося пептона, иначе, пропорціонально *гніенію* пептона; 3) *на воздухѣ соленая вода задерживаетъ превращеніе сырой грязи въ черную; наоборотъ, въ безкислородной средѣ присутствіе солей ясно усиливаетъ этотъ процессъ.*

VI.

Какъ было упомянуто въ началѣ статьи, зимой, когда Вейсово озеро покрыто льдомъ, на днѣ его воронки находится необыкновенно много сѣроводорода—184,96 куб. см. на литръ воды, количество и само по себѣ огромное и въ нѣсколько разъ превосходящее количество этого газа въ томъ же мѣстѣ лѣтомъ [2]). Какая же причина этого явленія?

---

[1]) Пептонъ выбранъ для опытовъ, какъ представитель сложныхъ органическихъ веществъ, образующихся при разложеніи какъ животныхъ, такъ и растеній.

[2]) Ср. стр. 3—4.

Digitized by Google

Чтобы подойти къ рѣшенію этого вопроса, необходимо прежде всего уяснить себѣ, какъ идетъ зимой на днѣ озера процессъ выдѣленія H_2S и образованія черной грязи. Для этого были поставлены спеціальные лабораторные опыты, въ условіяхъ и при обстановкѣ, по возможности близкимъ къ природнымъ, т. е. тѣмъ, что бываютъ зимой, подо льдомъ, на днѣ озера, именно—при низкой температурѣ, при затрудненномъ доступѣ или совсѣмъ безъ доступа воздуха и при очень слабомъ освѣщеніи [1]).

Въ пробиркахъ, какъ это дѣлалось и раньше, сухая сѣрая грязь обливалась соленой водой изъ Вейсова озера; къ однимъ изъ нихъ было прибавлено, кромѣ того, 1—2% пептона, къ другимъ нѣтъ. Часть пробирокъ помѣщалась въ открытомъ цилиндрѣ, другая въ атмосферѣ азота (по способу Бухнера). Тѣ и другія оставлены были въ полумракѣ и въ помѣщеніи, гдѣ температура колебалась въ продолженіи опыта (4-7 недѣль) между 3° и 6° С. Контроль былъ поставленъ при обыкновенной комнатной температурѣ (ca. 14° R). Опытъ былъ повторенъ нѣсколько разъ и далъ вполнѣ опредѣленный результатъ, ужъ a priori мною предвидѣнный. При указанныхъ условіяхъ, какъ выдѣленіе H_2S, такъ и превращеніе сѣрой грязи въ черную идетъ весьма медленно и для достиженія одинаковаго эффекта -при низкой температурѣ требуется приблизительно столько же недѣль, сколько нужно дней при обыкновенной комнатной температурѣ. Наибольшее почернѣніе обнаружила грязь съ водой изъ Вейсова озера + 2% пептона и внѣ доступа кислорода. Вообще же кислородъ и соленость субстрата при низкой температурѣ вліяютъ совершенно такъ же, какъ и при болѣе высокой и какъ то было мною описано выше.

Итакъ, не подлежитъ сомнѣнію, что при той температурѣ, которая *зимой* господствуетъ на днѣ Вейсова озера, выдѣленіе H_2S и тѣсно связанный съ нимъ процессъ образованія черной грязи сильно замедляются. Зимой придонная температура въ воронкѣ озера + 4,4С°, тогда какъ лѣтомъ она гораздо выше, именно 12,6 С° [2]). Лѣтомъ образованіе H_2S идетъ гораздо сильнѣе, тѣмъ не менѣе зимой его гораздо больше въ глубинѣ воронки, чѣмъ лѣтомъ. Какъ же объяснить? Причина этому *большая сохранность сѣроводорода зимой*. Сѣроводородъ вещество нестойкое, легко окисляющееся. При окисленіи сѣроводорода выдѣляется сѣра [3]); потомъ и эта сѣра далѣе окисляется кислородомъ въ сѣрную кислоту:

---

[1]) Давленіе воды на дно—факторъ, не имѣющій въ мелкихъ Славянскихъ озерахъ значенія.

[2]) См. табличку на стр. 3. По наблюденіямъ проф. Залѣскаго („Опрѣснѣваніе Славянскихъ минеральныхъ озеръ" l. c., стр. 51) минимальная температура грязи лѣтомъ 10° С., тогда какъ зимой (см. выше стр. 3) грязь имѣла всего 5,4° С.

[3]) Вотъ почему растворы H_2S въ водѣ скоро мутятся на воздухѣ—сѣра и образуетъ муть.

Digitized by Google

$$\text{I. } 2\,H_2S + O_2 = 2\,H_2O + S_2$$
$$\text{II. } S_2 + 3O_2 + 2\,H_2O = 2\,H_2SO_4$$

Зимой въ Вейсовомъ озерѣ, отъ поверхности и до глубины 7½ саж., вода совершенно прозрачна, въ ней плаваютъ красные рачки (Diaptomus salinus Daday), попадаются живыя водоросли и ихъ обрывки (особенно Enteromorpha salina Ktz. и E. prolifera (Müll.) I. Ag.). Но, съ глубины 7½ саж. и до дна вода совсѣмъ иная: она мутна, сѣровато-стального цвѣта и сильно опалесцируетъ. Быстро отфильтровавъ эту нѣжную муть и изслѣдуя ее подъ микроскопомъ, видимъ, что она состоитъ, главнымъ образомъ, изъ *сѣры*, въ видѣ мельчайшихъ зернышекъ и кристалликовъ, и изъ очень мелкаго осадка *углекислаго кальція* ($CaCO_3$). Эта сѣра образовалась изъ сѣроводорода черезъ его окисленіе растореннымъ въ водѣ кислородомъ. При дальнѣйшемъ окисленіи этой сѣры, какъ сказано, образуется сѣрная кислота. Сѣрная кислота, дѣйствуя на углекислый кальцій, переводитъ его въ сѣрнокальціевую соль, въ гипсъ. Вода при этихъ процессахъ снова становится прозрачной. Чѣмъ больше кислорода, тѣмъ меньше остается сѣроводорода. Вообще, количество содержащагося въ данномъ объемѣ воды H_2S представляетъ разность между образующимся и разрушающимся количествомъ этого газа за тотъ же промежутокъ времени. Разрушеніе же H_2S (черезъ окисленіе) зимою въ глубинѣ Вейсова озера чрезвычайно замедленно и притомъ—по 3 причинамъ:

I. Зимой, когда озеро покрыто льдомъ, ослабляется циркуляція водъ и замедляется проникновеніе кислорода вглубь озера.

II. Зимой сильно уменьшается количество водорослей и другихъ зеленыхъ хлорофильныхъ растеній, которыя, разлагая CO_2, выдѣляютъ кислородъ и такимъ путемъ обогащаютъ воду этимъ газомъ.

III. Зимой сильно понижено количество такъ называемыхъ *сѣрныхъ бактерій*, т. е. такихъ низшихъ организмовъ, которые способны окислять H_2S, отлагая при этомъ въ своихъ клѣткахъ капли сѣры (Виноградскій); тогда какъ лѣтомъ эти бактеріи—*Beggiatoa*, *Thiothrix* и различныя *„пурпурныя“* формы встрѣчаются въ озерѣ въ изобиліи. Роль этихъ бактерій, какъ окислителей H_2S, значительна. Однако, замѣчу кстати, не слѣдуетъ утрировать ее и приписывать *имъ исключительно* окисленіе всего H_2S, образующагося въ моряхъ и прѣсныхъ водахъ, какъ это дѣлаютъ нѣкоторые изслѣдователи [1]). Это неправильный взглядъ. Несомнѣнно, что на

---

[1]) Такъ напр. у Егунова, въ его статьѣ—„Результаты поѣздки по Черному морю и Крымскому полуострову лѣтомъ 1895 года“.—Ежегодникъ по геологіи и т. д. Н. Криштафовича. Т. I. вып. 1. 1896. стр. 7, читаемъ: „Нѣтъ никакого основанія отрицать присутствіе сѣро-бактерій въ илѣ всякой рѣки, болота; вообще тамъ, гдѣ образуются хотя слѣды сѣроводорода,—они стерегутъ каждый атомъ (!) его отъ прямого окисленія воздухомъ“.

Digitized by Google

ряду съ дѣятельностью сѣрныхъ бактерій мощнымъ факторомъ является *прямое*, непосредственное окисленіе сѣроводорода кислородомъ, растворенным въ водѣ.

Такимъ образомъ, резюмируя только что изложенныя данныя и соображенія, приходимъ къ заключенію: *хотя зимой сѣроводородъ, на днѣ Вейсова озера, образуется значительно медленнѣе, чѣмъ лѣтомъ, но вслѣдствіе сильнаго ослабленія въ это время процесса окисленія, относительно большее количество его сохраняется,—такимъ путемъ онъ постепенно накопляется въ громадномъ количествѣ.*

У Андрусова („Бактеріологія и геологія", l. c. стр. 5) встрѣчаемъ такое разсужденіе: „Значительныя количества свободной *S* могутъ происходить лишь при обильномъ ростѣ сѣробактерій, сопровождающемся значительной смертностью". Первая часть этого разсужденія не точна, вторая, касательно смертности, гипотетична.

Вообще это безусловно неправильная оцѣнка роли сѣрныхъ бактерій. Тамъ, гдѣ сѣроводородъ выдѣляется медленно и въ сравнительно небольшомъ количествѣ, и гдѣ имѣются подходящія условія для существованія сѣрныхъ бактерій, тамъ, дѣйствительно, если не весь, то значительно бо́льшая часть выдѣляющагося сѣроводорода окисляется сѣрными бактеріями. Но тамъ, гдѣ H_2S выдѣляется очень обильно или гдѣ скопляется, въ силу тѣхъ или иныхъ обстоятельствъ, въ очень большомъ количествѣ, тамъ несомнѣнно *бо́льшая часть* его окисляется *непосредственно* кислородомъ. Во многихъ случаяхъ это прямо очевидно. Я, напримѣръ, наблюдалъ это въ небольшихъ глухихъ и мелкихъ заливахъ около острова Гельголанда, на Нѣмецкомъ морѣ. Въ нихъ, въ громадномъ количествѣ скопляются различныя водоросли, приносимыя волнами и приливомъ; здѣсь онѣ разлагаются, выдѣляя обильно H_2S; часть сѣроводорода окисляется сѣрными бактеріями, покрывающими поверхность мертвыхъ водорослей (объ этихъ бактеріяхъ скажу подробнѣе въ другомъ мѣстѣ), но бо́льшая часть его окисляется прямо кислородомъ, и образующаяся вслѣдствіе этого окисленія, сѣра всплываетъ на поверхность воды бѣлыми пленками, которыя уносятся волнами въ открытое море. Равнымъ образомъ, вся та сѣра, которая обусловливаетъ мутный, стально-сѣрый цвѣтъ воды въ глубинѣ воронки Вейсова озера, отъ $7^1/_2$ саж. до самаго дна, и о которой рѣчь была выше, несомнѣнно, происходитъ черезъ прямое окисленіе сѣроводорода кислородомъ *безъ всякаго участія* какихъ либо сѣрныхъ бактерій.

Виноградскій, на работахъ котораго, между прочимъ, главнымъ образомъ базируются въ этомъ вопросѣ Андрусовъ и Егуновъ, впалъ въ противоположную крайность. „Ихъ роль въ домохозяйствѣ природы, говоритъ онъ о сѣрныхъ бактеріяхъ, незначительна. Онѣ окисляютъ лишь очень незначительную часть встрѣчающагося въ природѣ сѣроводорода" (Winogradski, S., Ueber Schwefelbacterien.—Botanische Zeitung. 1887 p. 608). Это несправедливо: роль этихъ микроорганизмовъ, чрезвычайно распространенныхъ въ моряхъ и прѣсныхъ водахъ, весьма существенна.

Упомяну здѣсь еще, кстати, объ особыхъ „сѣрныхъ", бактеріяхъ Егунова, которыя были описаны имъ въ нѣсколькихъ статьяхъ („Сѣробактеріи одесскихъ лимановъ".—Архивъ біологическихъ наукъ. Т. III. № 4. 1895.; „Bakterien-Gesellschaften".—Centralblatt für Bakteriologie. 2 Abth. Bd. II. 1896; "Platen der roten und der s. Schwefel-bakterien"—Centralbl. f. Bakter. II Abth. 1898. и другія статьи въ томъ же журналѣ, а также три выше цитированныя сочиненія). Ихъ способность образовать въ водѣ своеобразныя и характерныя слои-пластины, подробно описанная авторомъ, безспорно весьма интересна, но, что *онъ именно* окисляютъ сѣроводородъ недостаточно доказано. Ихъ роль въ природѣ мало изучена.

Digitized by Google

VII.

Какое существеннѣйшее вліяніе имѣютъ *органическія вещества*, именно *пептонъ*, на ходъ раскисленія сѣрой грязи, на образованіе H_2S и черной грязи in vitro достаточно выяснилось.

Напомню, что, будучи даже въ весьма малыхъ количествахъ, они, какъ въ присутствіи кислорода воздуха, такъ и безъ него, рѣзко форсируютъ этотъ процессъ. Напомню, съ другой стороны, что Вейсово озеро обильно населено разнообразными животными и растеніями; тѣ и другія, послѣ смерти, доставляютъ *богатый источникъ* органическихъ веществъ.

Эти обстоятельства побудили меня прежде всего сосредоточить вниманіе на группѣ, такъ называемыхъ *сапрогенныхъ* микроорганизмовъ, и именно такихъ, которые *энергично* разлагаютъ бѣлки съ образованіемъ H_2S и NH_3— двухъ соединеній, безусловно необходимыхъ для образованія черной лѣчебной грязи. Перехожу къ этимъ микроорганизмамъ.

Добыча и изоляція ихъ изъ грязи и воды производилась такимъ способомъ:

Черная грязь, только что поднятая со дна металлическимъ лотомъ [1]), предварительно стерилизованнымъ продолжительнымъ кипяченіемъ, переносилась посредствомъ обезпложенной стеклянной пипеты въ стерилизованный же стеклянный цилиндръ, закрытый ватной пробкой.

Немедленно, по возвращеніи съ озера въ лабораторію [2]), изъ грязи производился рядъ посѣвовъ въ пробиркахъ и колбахъ на пептонъ-желатину (*П.Ж.*) и пептонъ-агаръ (*П.А.*), составъ которыхъ былъ таковъ:

П.Ж. = 1 гр. пептона + 7 гр. желатины + 100 куб. с. дестилл. воды.

П.А. = 1 гр. пептона + $1^1/_2$ гр. агаръ-агара + 100 куб. с. дестилл. воды.

Желатина приготовлялась очень слабо щелочной реакціи, а агаръ былъ нейтральнымъ. Предварительные опыты показали мнѣ, что на такихъ субстратахъ, *упрощеннаго* состава, различные сапрогенные и сапрофитные микроорганизмы развиваются вполнѣ хорошо. Выгода же ихъ по сравненію съ обыкновенно употребляемыми въ бактеріологической практикѣ мясо-пептон-

---

[1]) Лотъ состоитъ изъ металлическаго (желѣзнаго) стержня, снабженнаго вверху грузомъ, внизу—заканчивающагося воронкой для зачерпыванія ила. Воронка прикрывается кружкомъ, свободно подвижнымъ вверхъ и внизъ на стержнѣ. Болѣе подробное описаніе этого лота и металлическаго батометра, служившаго для добычи пробъ воды, дано въ подробномъ отчетѣ о химическихъ изслѣдованіяхъ Славянскихъ озеръ.

[2]) Правленіе Минеральныхъ Водъ любезно предоставило мнѣ комнату для занятій недалеко отъ озера, рядомъ съ небольшой химической лабораторіей, устроенной проф. Залѣскимъ.

Digitized by Google

ными субстратами въ томъ, что хотя развитіе на нихъ идетъ медленнѣе, зато можно удобнѣе и болѣе продолжительное время наблюдать особенности культуръ: стадіи развитія не столь быстро смѣняютъ другъ друга, вырожденіе культуры (инволюція) наступаетъ значительно позднѣе и, вообще, культура сохраняется дольше въ нормальномъ состояніи. Кромѣ того—такъ какъ въ *П.Ж.* колоніи развиваются медленнѣе и сама она разжижается не столь быстро, какъ обыкновенная *Щ.М.П.Ж.*, то она предпочтительнѣе также при самомъ изолированіи микроорганизмовъ методомъ разливокъ.

Впрочемъ, всегда устраивались и параллельныя культуры на обыкновенныхъ— щелочной мясо-пептонной желатинѣ (*Щ.М.П.Ж.*) и щелочномъ мясо-пептонномъ агарѣ (*Щ.М.П.А.*), конхъ составъ былъ такой:

Щ.М.П.Ж. = 1 куб. с. мясного экстракта Цибильса + 1 гр. пептона + 10 гр. желатины + 0,5 гр. *NaCl* + 99 куб. с. дестилл. воды.

Щ.М.П.А. = 1 куб. с. мясного экстракта Цибильса + 1 гр. пептона + 1 гр. агаръ-агара + 0,5 гр. *NaCl* + 99 куб. с. дестилл. воды.

Щелочность субстрата достигалась при помощи соды.

Кромѣ этихъ, примѣнялись еще иногда и другіе субстраты: пептонъ-сахаръ-агаръ (*П.С.А.* = *П.А.* + 2 % виноградnаго сахара) и пептонъ-сахаръ-желатина (*П.С.Ж.* = *П.Ж.* + 2% виноградnаго сахара), искусственный бульонъ (*Щ.М.П.Б.* = 1 гр. пептона + 1 куб. с. мясного экстракта Цибильса + 99 куб. с. дестилл. воды + 0,5 гр. *NaCl*; прибавка соды до слабо-щелочной реакціи); далѣе—растворы пептона, молоко, картофель, субстраты съ прибавкой гипса и т. д., но объ этомъ будетъ еще сказано ниже. Замѣчу здѣсь лишь еще, что, кромѣ субстратовъ на дестиллированной водѣ, были въ ходу также субстраты, приготовленные на водѣ изъ глубины воронки Вейсова озера, а также и на искусственной морской водѣ (3,4% солей).

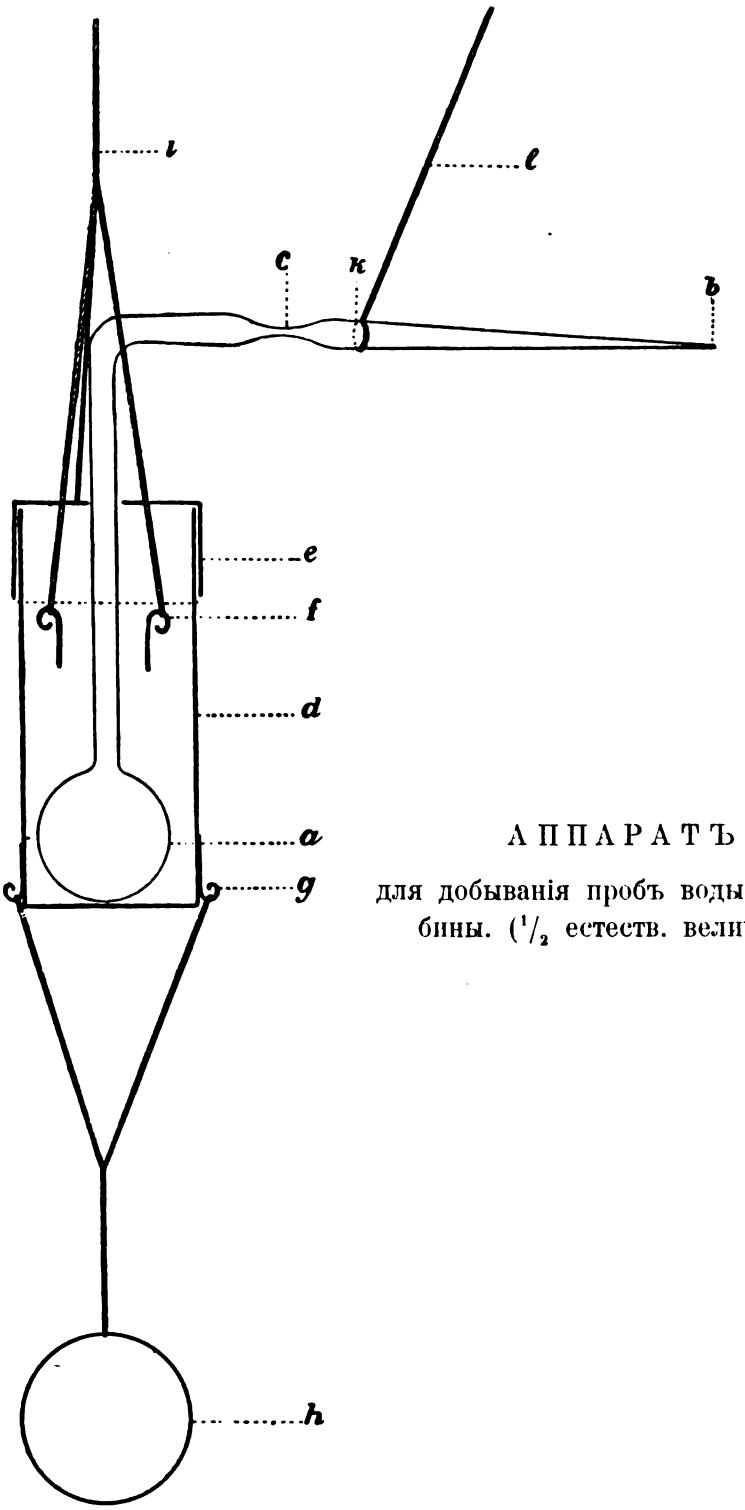
Выдѣленіе микроорганизмовъ прозводилось такимъ образомъ. Сначала очень небольшимъ количествомъ грязи на кончикѣ платиновой иглы производился посѣвъ уколомъ или царапиной на поверхности субстрата. При этомъ сразу обнаружился фактъ, интересный и сильно облегчившій дальнѣйшія манипуляціи: въ пробиркахъ и колбочкахъ часто развивался всего одинъ какой нибудь-видъ микроорганизмовъ, рѣже два или три вмѣстѣ.

Если сравнить это съ тѣмъ, что даютъ обыкновенно посѣвы ила *прѣсноводнаго*, то ясно, что *соленая грязь Вейсова озера* сравнительно *бѣдна формами микроорганизмовъ; ея населеніе состоитъ изъ немногихъ видовъ микробовъ.*

Дальнѣйшіе повторные анализы вполнѣ подтвердили этотъ выводъ.

Для окончательной изоляціи микроорганизмовъ изъ полученныхъ первоначально культуръ были дѣлаемы разливки въ чашкахъ Петри. Кромѣ

Digitized by Google



АППАРАТЪ

для добыванія пробъ воды съ глубины. ($^1/_2$ естеств. величины).

Digitized by Google

того, повторнымъ примѣненіемъ этого способа разливокъ, всегда контролировалась чистота всѣхъ полученныхъ мною изъ Вейсова озера чистыхъ культуръ микроорганизмовъ.

Изоляція микроорганизмовъ производилась какъ въ условіяхъ аэробіоза, такъ и внѣ доступа кислорода воздуха.

Всѣ культуры, кромѣ оговоренныхъ случаевъ, велись при обыкновенной комнатной температурѣ (ca. 14°*R.*).

Для добыванія пробъ воды я пользовался двумя аппаратами.

I. Большая металлическая бутыль-батометръ, о которой я упоминалъ выше, открываемая и наполняемая водой на любой глубинѣ. Она служила для добычи воды въ большомъ количествѣ для химическаго изслѣдованія. Предварительно она стерилизовалась кипяченіемъ; потомъ ею зачерпывались, постепенно идя съ поверхности вглубь, порціи воды на различной глубинѣ. Какъ только аппаратъ поднимался на поверхность озера, изъ него выпускалось сначала нѣкоторое количество воды прочь, а затѣмъ брались порціи, въ 5-10 куб. сант., въ стерилизованныя и закрытыя ватой пробирки. По возвращеніи въ лабораторію, возможно скорѣе и всегда въ тотъ же день, производились посѣвы.

II. Аппаратъ, устроенный мною по принципу аппарата Р у [1]), но съ нѣкоторыми измѣненіями, дѣлающими его болѣе удобнымъ, практичнымъ и дешевымъ.

Аппаратъ состоитъ (см. рисунокъ) изъ маленькаго стекляннаго баллона (*a*), около $3^1/_2$ сант. въ діаметрѣ, съ длинной шейкой, согнутой подъ прямымъ угломъ. Шейка на концѣ (*b*) оттянута въ очень тонкую трубочку и, кромѣ того, въ одномъ мѣстѣ (*c*) еще сильно перетянута, образуя здѣсь тонкую и ломкую трубочку-перемычку. Баллонъ слегка нагрѣваютъ, затѣмъ конецъ шейки погружаютъ въ дестиллированную воду,— вода входитъ въ баллонъ; его наполняютъ водою до половины. Затѣмъ, укрѣпивъ баллонъ въ штативѣ, на металлической сѣткѣ, при чемъ шейка обращена косо вверхъ, его снизу осторожно подогрѣваютъ. Когда почти вся вода выкипитъ и останется на днѣ всего 1—2 капли, капиллярный кончикъ шейки, пока еще выдѣляется паръ, быстро запаиваютъ. Послѣ охлажденія получаются пустые, безвоздушные внутри, баллоны.

Окутанный слоемъ ваты, такой баллонъ помѣщается въ цинковую коробку-капсулу (*d*), со съемной крышкой (*e*), имѣющей по срединѣ отверстіе, черезъ которое проходитъ верхняя часть шейки балона. Къ капсулѣ припаяны крючки, три – (*f*) въ верхней ея части, а 2 (*g*) въ нижней. Къ верхнимъ крючкамъ привязывается тонкая бичевка (*i*), на которой весь

[1]) Roux, G. Précis d'analyse microbiologique des eaux. 1892, p. 94.—Ср. также: Flügge, C. Die Mikroorganismen. III. Aufl. 1896. Th. I, p. 591.

Digitized by Google

аппаратъ опускается въ воду; къ нижнимъ на бичевкѣ подвѣшивается достаточно тяжелый грузъ (*h*). Нѣсколько отступя отъ сильно перетянутаго мѣста шейки (*c*), по направленію къ ея концу, привязывается къ ней (*k*) еще одна бичевка (*l*).

Когда на бичевкѣ *i* аппаратъ опускается въ воду, бичева *l* слѣдуетъ за нимъ; при этомъ ее нужно держать очень осторожно и подальше отклонять отъ первой бичевы, чтобы обѣ онѣ не скручивались вмѣстѣ. На любой глубинѣ, подергиваніемъ бичевы *l*, шейка легко разламывается въ съуженномъ мѣстѣ (*c*): тогда вода устремляется въ баллонъ и наполняетъ его весь. Затѣмъ аппаратъ поднимаютъ на поверхность и запаиваютъ на спиртовой лампѣ кончикъ шейки, а если это неудобно, то закрываютъ кончикъ стерилизованной ватой, запаиваніе же производится тотчасъ по возвращеніи въ лабораторію.

Пробы брались этими аппаратами, идя, какъ сказано, съ поверхности вглубь, со слѣдующихъ глубинъ: 1) 1 саж., 2) $7^1/_2$ саж., 3) $8^1/_2$ саж., 4) у самаго дна воронки — $8^3/_4$-9 саж.

Для взятія пробъ воды съ поверхности озера служили точно такіе же баллоны, но съ прямой шейкой. Погрузивъ шейку въ воду, ее осторожно рукой разламываютъ въ съуженномъ мѣстѣ—тогда баллонъ наполняется водой.

Температура и внѣшнія особенности грязи и воды, пробы коихъ брались для микробіологическаго анализа, всегда замѣчались.

Изъ добытыхъ пробъ воды немедленно производились посѣвы на указанные выше субстраты, а затѣмъ изоляція микроорганизмовъ вышеупомянутымъ порядкомъ. Кромѣ того, часть запаянныхъ баллоновъ съ водой хранилась продолжительное время въ прохладномъ мѣстѣ. Отъ поры до времени такіе баллоны вскрывались и заключавшаяся въ нихъ вода подвергалась микробіологическому анализу посредствомъ разливокъ въ чашкахъ Петри. Вскрытіе баллоновъ и взятіе изъ нихъ пробъ воды производилось при соблюденіи обычныхъ для этого мѣръ предосторожности [1]).

Первые анализы воды уже показали мнѣ, а дальнѣйшіе подтвердили слѣдующій, существенно важный, фактъ: *соленая вода Вейсова озера, какъ количественно—числомъ особей, такъ и качественно—числомъ формъ, бѣднѣе микроорганизмами, чѣмъ пресная вода.* Этотъ фактъ гармонируетъ съ тѣмъ, что показалъ Руссель [2]) относительно соленой морской воды при изслѣдованіи имъ бактерій Неаполитанскаго залива,—онъ нашелъ ее сравнительно бѣдной бактеріями. Объ однообразіи бактеріальнаго населенія соленаго ила Вейсова озера было упомянуто выше.

---

[1]) См. выше указанныя сочиненія Roux и Flügge.

[2]) Russel, H. L. Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bacterien. Zeitschrift für Hygiene. Bd XI. 1892, p. 165.

Digitized by Google

Что эта относительная бѣдность формами, этотъ составъ микро-флоры изъ сравнительно немногихъ, приспособившихся къ условіямъ существованія, формъ микроорганизмовъ, имѣютъ большое значеніе для выясненія происхожденія микробнаго населенія моря и соленыхъ озеръ и для пониманія біо-химическихъ процессовъ, тамъ совершающихся, ясно само собою.

Мною былъ изолированъ изъ воды и черной грязи, тѣмъ не менѣе, цѣлый рядъ микроорганизмовъ. Изъ нихъ я выбралъ затѣмъ тѣхъ, которые имѣютъ наиболѣе существенное значеніе для процесса образованія сѣроводорода и черной грязи (ила) вообще—это микробы, способные энергично разлагать бѣлковыя вещества съ обильнымъ выдѣленіемъ сѣроводорода и амміака [1]).

Такихъ формъ оказалось 7; изъ нихъ 4—бактеріи, а 3—лучистые грибки (Actinomycetes). Бактеріи: *Bacillus mycoides* Flügge, *Proteus vulgaris* Hauser, *Bacterium albo-luteum* Nadson и *Bacillus salinus* Nads. Лучистые грибки—*Actinomyces albus* Gasperini, *Actinomyces verrucosus* Nads. и *Actinomyces roseolus* Nads.

Bacillus mycoides, Proteus vulgaris и *Actinomyces albus*—формы извѣстныя, но ихъ присутствіе въ черномъ илѣ, какъ и ихъ роль тамъ мною впервые съ точностью констатируются. Остальныя двѣ бактеріи и два лучистыхъ грибка—формы новыя. Значеніе лучистыхъ грибковъ, какъ видныхъ дѣятелей въ процессѣ разрушенія органическихъ остатковъ подъ водой, до сихъ поръ не было изучено и оцѣнено по достоинству, ихъ выдающаяся роль въ образованіи чернаго ила и лѣчебной грязи—фактъ новый.

Сначала я представлю, въ формѣ точныхъ и однообразныхъ діагнозовъ, описаніе всѣхъ этихъ микроорганизмовъ, въ томъ числѣ и 3 извѣстныхъ формъ, такъ какъ существующія описанія ихъ и изображенія отчасти неполны, отчасти неточны и неудовлетворительны. Описаніе это и рисунки дадутъ возможность каждому впослѣдствіи распознать этихъ микробовъ легко и безъ колебаній [2]).

[1]) Испытаніе на амміакъ производилось чувствительной лакмусовой бумажкой, а на сѣроводородъ бумажкой свинцовой (пропитанной основной уксусно-свинцовой солью). Влажныя бумажки вводились въ колбы или пробирки съ культурами и придерживались тамъ ватными пробками, какъ изображено на рис. 43, таб. X. Во время испытанія, поверхъ ватныхъ пробокъ, надѣвались бѣлые каучуковые колпачки. Во время развитія самихъ культуръ, одни изъ нихъ все время оставались прикрытыми такими колпачками, другія были замкнуты лишь тугой ватной пробкой. Былъ испытанъ еще и иной способъ обнаруженія сѣроводорода, рекомендуемый нѣкоторыми авторами, именно прибавленіе къ субстратамъ, въ качествѣ индикаторовъ, въ очень небольшомъ количествѣ солей желѣза или свинца—сѣрнокислое, хлорное и виннокислое желѣзо, ferrum saccharatum, уксусно-кислый свинецъ (0,1%). Этотъ способъ оказался и менѣе чувствительнымъ и вообще менѣе пригоднымъ, чѣмъ вышеуказанный, и потому былъ скоро оставленъ.

[2]) Напомню, что въ литературѣ о черной грязи (илѣ) большинство описаній микроорганизмовъ совершенно неудовлетворительны, а рисунковъ, имѣющихъ весьма важное значеніе, вовсе нѣтъ. Сравн. выше стр. 9—10.

Digitized by Google

VIII.

Bacillus mycoides Flügge.

Синонимика и литература.

B. mycoides. Flügge. Die Mikroorganismen. 2 Aufl. 1886, 3 Aufl. 1896. Th. II, p. 199.
„ Lehmann, K. & Neumann, R. Atlas und Grundriss der Bakteriologie 2 Aufl. 1899. p. 300, tab. 41—42.
„ Migula, W. System der Bakterien. Bd. II. 1900, p. 538.
„ Macé, E. Traité pratique de Bactériologie. 4 edit. 1901, p. 1001.
„ „ Atlas de Microbiologie. pl. XLIII.
„ Gottheil, O. Botanische Beschreibung einiger Bodenbakterien.—Centralblatt für Bakteriologie. 2 Abth. Bd. VII. 1901, p. 589. Taf. III. fig. 6.

B. ramosus. Frankland. Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und im Boden.—Zeitschrift für Hygiene. Bd. II. 1889, p. 388.
„ Marshall Ward. On the Biology of Bacillus ramosus (Fraenkel), a Schizophycete of the river Thames.—Proceedings of the Royal Society of London. Vol. LVIII. 1895, p. 265. Съ рис.

B. pseudanthracis. Варлихъ, В. К. Бактеріологическіе этюды.—Ботаническія Записки (Scripta Botanica). Т. III. 1890—91, съ 3 таб.

Cladothrix intricata. Russel, H. L. Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bacterien.—Zeitchrift für Hygiene. Bd. XI. 1892, p. 165. Съ рис.

„Wurzelbacillus“. Fränkel, Bakterienkunde. 1890, p. 241 [1]).

Нахожденіе. Весьма распространенная форма въ черномъ илѣ, на днѣ воронки и въ другихъ мѣстахъ Вейсова озера; была находима также въ глубокихъ слояхъ воды ($7^1/_2$ и $8^3/_4$ саж.), въ пробахъ, добытыхъ обоими, вышеупомянутыми, аппаратами.

Строеніе и развитіе. Крупныя, длинныя и стройныя бациллы, слабо закругленныя на концахъ; длина 5,5 μ., ширина 1,2 μ.; безцвѣтны; содержимое клѣтки почти гомогенно, зернистость очень мелка, едва за-

---

[1]) Кромѣ того, C. Mez („Mikroskopische Wasseranalyse“. 1898, p. 31) приводитъ еще, какъ синонимы *B. mycoides: B. subtiliformis* Schröt. (какъ пріоритетное названіе), *B. subtilis simulans I.* Eisenb., *B. faecalis* l. Kruse, *B. brassicae* Pommer,—a Gottheil (l. c.): *B. radicosus* Zimmermann, *B. implexus* Zimmerm. и *Bacterium casei* Adametz.

Digitized by Google

мѣтна (таб. II, рис. 6 и 7); быстро подвижны. [1]) Бациллы вырастаютъ въ длинные неподвижные ряды-нити, состоящіе изъ отдѣльныхъ члениковъ-бациллъ (рис. 6). Такой составъ нитей замѣтенъ прямо въ живомъ состояніи, а еще лучше послѣ дѣйствія іода или красокъ. Нити бываютъ очень длинныя, извилистыя и вѣтвистыя. Вѣтвленіе—„ложное“, такъ называемая ложная- или псевдо-дихотомія (рис. 7), т. е. вѣтка происходитъ черезъ отклоненіе и разростаніе въ сторону одного изъ члениковъ (бациллъ) нити [2]). Отъ нитей могутъ легко отчленяться отдѣльныя бациллы или куски, состоящіе изъ нѣсколькихъ бациллъ, и уплывать прочь. Своимъ змѣевиднымъ движеніемъ эти нитевидные комплексы бациллъ напоминаютъ подвижныя нити сѣнной бациллы, *Bacillus subtilis*. Вообще, не только движеніемъ, но и формой клѣтки *B. mycoides* похожъ на сѣнную бациллу. Свиваясь по много вмѣстѣ, нити образуютъ клубки.

B. mycoides легко образуетъ споры, при томъ на различныхъ субстратахъ—жидкихъ и твердыхъ, по одной въ каждой клѣткѣ нити, какъ это обыкновенно бываетъ у бациллъ. Клѣтки, образующія споры нѣсколько толще и обыкновенно, вмѣстѣ съ тѣмъ, нѣсколько короче вегетативныхъ клѣтокъ (длина 3,5 μ. до 5,5 μ., толщина 1,5 μ.). Содержимое клѣтки при спорообразованіи становится ясно зернистымъ; причемъ какъ число, такъ и размѣры этихъ, сильно преломляющихъ свѣтъ, зернышекъ постепенно увеличиваются (таб. III, рис. 8). Зрѣлыя споры эллиптической или слегка продолговатой формы (длина 1,25 μ.—1,75 μ., толщина 0,9 μ.—1 μ.), лежатъ по срединѣ или ближе къ одному изъ концовъ спорообразующей клѣтки и окружены свѣтлымъ ореоломъ (рис. 8). Цилиндрическая форма бациллы при спорообразованіи никогда не мѣняется. Прорастаніе споры полярное, т. е. молодая бацилла выходитъ изъ отверстія на концѣ-полюсѣ споры. Этимъ, между прочимъ,

---

[1]) По даннымъ Готтейля (Gottheil, l. c., p. 630, fig. VI. R.), онѣ обладаютъ рѣсницами, расположенными по всей поверхности клѣтки, стало быть, относятся къ группѣ *peritricha*. Нѣкоторые авторы отрицаютъ подвижность у *B. mycoides*. Это происходитъ—либо отъ недостаточно тщательнаго изслѣдованія молодыхъ культуръ, либо, быть можетъ, они имѣли дѣло съ особыми неподвижными расами. Сравн. Lehmann. K. l. c., p. 300 и его же: Notiz über den *Bacillus mycoides*.—Archiv für Hygiene. Bd. 35. 1899, p. 10.

[2]) О псевдо-дихотоміи у бактерій вообще см. Lehmann K. & Neumann R., l. c., p. 8. Леманъ (l. c., p. 291) объясняетъ вѣтвленіе *B. mycoides* такимъ образомъ: „Die Verzweigungen sind nur scheinbare, indem nämlich immer zwei, eng aneinander liegende Fäden, sich im gegebenen Pukt von einander entfernen“. Это, дѣйствительно, бываетъ, но только какъ вторичное явленіе; на него указывалъ еще раньше Marshall Ward (l. c., p. 282); основной же процессъ вѣтвленія каждой нити порознь происходитъ по вышеуказанному мною типу ложной дихотоміи, подобно тому, какъ это бываетъ у родственныхъ бактеріямъ сине-зеленыхъ водорослей. Тотъ же Marshall Ward (l. c., p. 280) несомнѣнно видѣлъ указываемую псевдо-дихотомію, но оставилъ это въ тѣни, не оцѣнивъ явленія по достоинству. Существованіе псевдо-дихотоміи у настоящихъ, типичныхъ бациллъ имѣетъ значеніе для выясненія филогенетическихъ отношеній бактерій къ водорослямъ и другимъ родственнымъ организмамъ.

Digitized by Google

B. mycoides отличается отъ *B. subtilis*, у котораго, какъ извѣстно, прорастаніе экваторіальное.

Въ культурахъ на жидкихъ и твердыхъ субстратахъ, черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, обыкновенно скоро, наступаетъ вырожденіе бациллъ, появляются *инволюціонныя* формы. Иногда инволюція идетъ такъ стремительно, что всѣ бациллы, въ большей или меньшей степени, вырождаются и дѣло до спорообразованія вовсе не доходитъ. Первые признаки вырожденія можно подмѣтить уже въ самыхъ молодыхъ культурахъ, гдѣ преобладаютъ еще вполнѣ нормальныя, быстро подвижныя формы. При этомъ въ клѣткахъ появляются блестящія, сильно преломляющія свѣтъ, капельки, похожія на капли масла [1]). Вмѣстѣ съ тѣмъ мѣняется и самая форма клѣтокъ: клѣтки становятся короче и вздуваются, такъ что получаются четковидные ряды, а потомъ просто кучки изъ эллиптическихъ или почти круглыхъ клѣтокъ (рис. 9). Инволюціонныя клѣтки крупнѣе нормальныхъ, достигая 2,5 μ. въ діаметрѣ. Въ началѣ, при инволюціи, клѣтки могутъ еще размножаться и такимъ путемъ могутъ возникать ряды или цѣлыя скопленія инволюціонныхъ формъ. При дальнѣйшемъ, однако, вырожденіи, клѣтки постепенно теряютъ способность дѣлиться и размножаться и тогда бациллы вырастаютъ въ длинныя (не рѣдко въ нѣсколько десятковъ μ.) и толстыя нити, но сплошныя, т. е. безъ поперечныхъ перегородокъ; мѣстами эти нити перетянуты, обнаруживая, какъ бы тщетныя попытки раздѣлиться (рис. 9).

Различныя, подчасъ самыя причудливыя, искривленія клѣтокъ при инволюціи—явленіе самое обыкновенное. Кромѣ измѣненія формы клѣтки и постепенной потери способности къ дѣленію и размноженію, инволюціонныя формы отличаются еще обильнымъ накопленіемъ внутри, упомянутыхъ выше, блестящихъ маслообразныхъ капель, становящихся по мѣрѣ инволюціи все больше и больше (рис. 9).

Какъ сказано, нѣкоторое время, до извѣстной поры, инволюціонныя формы еще могутъ размножаться, порождая *дегенеративное*, вырождающееся потомство, иногда весьма многочисленное. При переносѣ ихъ на свѣжій питательный субстратъ, онѣ могутъ еще регенерировать и дать нормальное, здоровое потомство. Въ концѣ концовъ, однако, предоставленная самой себѣ, инволюція ведетъ къ полному вырожденію, къ смерти и гибели

---

[1]) Arthur Meyer („Ueber Geisseln, Reservestoffe, Kerne und Sporenbildung der Bacterien".—Flora. Bd. 86. 1899, p. 434) и его ученикъ Gotthell (l. c., p. 632) считаютъ эти капли въ бактеріяхъ за масло. Такъ какъ, въ моихъ опытахъ, онѣ не давали ясной, характерной реакціи на масла съ осміевой кислотой и тинктурой альканны, то я предпочитаю называть ихъ пока „маслоподобными". Замѣчу здѣсь кстати, что подобныя капли весьма часто встрѣчаются въ клѣткахъ различныхъ водорослей, вырождающихся или вообще находящихся въ ненормальныхъ условіяхъ.

Digitized by Google

всей культуры. Очевидно, существуетъ моментъ или извѣстная стадія, перейдя которую, инволюція становится безповоротной и должна закончиться, рано или поздно, смертью.

Колоніи. При разливкахъ въ чашкахъ Петри, въ *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.*, уже на слѣдующій день (при комнатной температурѣ) появляются мельчайшія точки или пятнышки, очень слабо очерченныя, какъ бы расплывающіяся. Скоро по окружности такихъ пятнышекъ обрисовывается вѣнокъ изъ тончайшихъ волосковъ или ниточекъ; волоски расходятся во всѣ стороны по радіусамъ отъ болѣе темнаго, плотнаго центра. При дальнѣйшемъ ростѣ колоніи, вѣнокъ разростается все больше и больше, волоски у основанія становятся толще, превращаясь въ отроги, которые извиваются въ субстратѣ и обильно вѣтвятся. Если колоній въ чашкѣ немного, то онѣ могутъ достигать очень крупныхъ размѣровъ — 4-5 сантим. въ поперечникѣ. Получаются картины, сильно напоминающія обильно развѣтвленную систему корней растеній (отсюда нѣмецкое названіе—„Wurzelbacilus“), но еще больше такія колоніи похожи на мицелій плѣсневыхъ грибковъ, отсюда удачное названіе бациллы—*B. mycoides* [1]).

Подъ микроскомъ, однако, ясно выступаетъ отличіе отъ мицелія: упомянутые, вѣтвящіеся, волоски слагаются изъ плотно прилегающихъ другъ къ другу рядовъ или нитей бациллъ, которыя были мною подробно описаны выше. Разростающіяся колоніи *быстро разжижаютъ желатину* и потомъ плаваютъ на ея поверхности въ видѣ круглыхъ нѣжныхъ пленокъ. При дальнѣйшемъ развитіи колоніи сталкиваются, срастаются и вся поверхность желатины въ чашкѣ покрывается довольно плотной, толстой плавучей пленкой, которую большими кусками можно вынимать платиновой иглой.

Культуры въ *П. Ж* и *Щ. М. П. Ж.* уколомъ. Отъ укола во всѣ стороны выростаютъ горизонтально нѣжные густые отроги или волоски; чѣмъ глубже по уколу, тѣмъ они короче и рѣже, такъ что культура въ пробиркѣ напоминаетъ обращенную вершиной внизъ ёлочку.

Разжиженіе субстрата начинается скоро,—часто оно замѣтно уже на второй день,—имѣетъ видъ пологой, широкоотверстой воронки, быстро достигаетъ стѣнокъ пробирки, а затѣмъ равномѣрно цилиндрически и при томъ довольно интенсивно двигается вглубь.

Разжиженная желатина пріобрѣтаетъ современемъ легкую желтовато-буроватую окраску, но остается прозрачной; на поверхности ея образуется толстая, бѣлая, подъ старость съ сѣроватымъ или желтоватымъ оттѣнкомъ, пленка, которая, при легкомъ встряхиваніи, падаетъ на дно и скоро замѣ-

[1]) См. хорошіе рисунки колоній и желатиновыхъ культуръ у Лемана (Lehmann & Neumann. l. c., tab. 41).

Digitized by Google

няется новой; изъ такихъ потонувшихъ пленокъ на днѣ разжиженной части субстрата образуется наростающій, хлопьевидный осадокъ. Разжиженіе желатины, сначала быстрое, съ возрастомъ культуры постепенно замедляется, но, во всякомъ случаѣ, черезъ 2-3 недѣли вся желатина оказывается жидкой.

Культуры въ *П. А.* и *Щ. М. П. А.*—весьма характерны. Отъ укола, какъ и въ желатиновыхъ культурахъ, выростаютъ во всѣ стороны нѣжные отроги-волоски. Волоски эти направляются горизонтально и, стало быть, параллельно другъ другу, на подобіе корневыхъ волосковъ, (таб. IV, рис. 13). Чѣмъ глубже, тѣмъ отроги короче и рѣже. Получается культура—„обратной ёлочкой", подобно тому, какъ въ желатинѣ, но болѣе развитая и типичная. Съ виду, она сильно напоминаетъ укольную культуру какого нибудь плѣсневаго грибка. Поверхность агара въ такихъ культурахъ покрывается нѣжною сѣтью расходящихся отъ укола, какъ отъ центра, густо переплетающихся и вѣтвящихся нѣжныхъ бѣлыхъ отроговъ (рис. 16). Эти корневидные отроги, постепенно разростаясь и утолщаясь, сливаются, наконецъ, въ сплошной густой слой, съ виду какъ бы творожистый, съ жирнымъ блескомъ, бѣлаго цвѣта, слегка лишь сѣроватый или желтоватый.

Таково типичное развитіе, но отъ него встрѣчаются нѣкоторыя отклоненія, находящіяся, повидимому, въ зависимости, какъ отъ характера посѣва и физическихъ свойствъ субстрата, такъ, быть можетъ, и отъ внутреннихъ причинъ, коренящихся въ самихъ бациллахъ и пока трудно анализируемыхъ.

Какъ бы то ни было, но подчасъ получаются и при томъ сразу, внезапно, нѣсколько отклоняющіяся, *атипичныя* культуры. Такъ, иногда, въ одной и той же серіи опытовъ, въ нѣкоторыхъ пробиркахъ, вмѣсто характерно стелющихся горизонтальныхъ волосковъ—вѣтвей елочки, выростаютъ по бокамъ укола отроги въ видѣ нѣжныхъ хлопьевъ, облаковъ, кучекъ,—въ результатѣ получается тоже, какъ бы елочка, но иного вида (рис. 14).

Въ другихъ случаяхъ—на поверхности колотаго агара, вмѣсто нѣжной сѣти, образуется сразу сплошной налетъ, принимающій видъ плоской, волнисто-очерченной, шляпки надъ уколомъ. Пересѣвы атипичныхъ культуръ на свѣжій субстратъ даютъ въ большинствѣ случаевъ снова типичное развитіе. Не останавливаясь здѣсь на дальнѣйшемъ разборѣ этихъ интересныхъ *варіацій*, обращу лишь вниманіе на то, что ихъ нужно всегда имѣть въ виду при діагнозѣ *B. mycoides*.

При культурѣ на агарѣ чертой (царапиной), отъ мѣста посѣва разростаются по поверхности агара параллельно другъ другу нѣжные и бѣлые, слегка сѣроватые, вѣтвистые отроги (рис. 12). Нерѣдко, однако, особенно при неравномѣрномъ посѣвѣ, параллельности не наблюдается и

Digitized by Google

корневидные отроги, извиваясь и обильно вѣтвясь, направляются во всѣ стороны, образуя красивую сѣть на поверхности агара (рис. 15). Въ старыхъ культурахъ, черезъ разростаніе и сліяніе отроговъ, образуется на всей поверхности субстрата сплошной густой слой-налетъ съ жирнымъ блескомъ, сѣроватаго цвѣта. Иногда въ культурахъ замѣчалось развитіе вдоль черты посѣва сразу сплошного налета съ просвѣчивающимъ фестончатымъ краемъ.

Въ конденсаціонной водѣ агара скопляется на днѣ бѣлый хлопьевидный осадокъ.

Въ *Щ. М. П. Б.* бацилла хорошо развивается, образуя на поверхности нѣжную бѣлую пленку; при встряхиваніи, пленка падаетъ на дно, а на смѣну ей образуется новая. Бульонъ остается прозрачнымъ и цвѣта своего не мѣняетъ.

Культуры въ *молокѣ*. На поверхности, въ слоѣ сливокъ, образуется плотная толстая пленка. Типичнаго свертыванія молока нѣтъ. Казеинъ постепенно растворяется (съ поверхности вглубь) и изъ молока получается прозрачная янтарнаго цвѣта жидкость съ сильно щелочной реакціей (обильное выдѣленіе NH_3). Процессъ идетъ энергично.

Культуры на *картофелѣ* представляютъ у *B. mycoides* интересныя особенности.

До сихъ поръ указывалось, что бацилла эта на картофелѣ образуетъ мало характерный налетъ бѣлаго цвѣта, съ возрастомъ желтоватый, густой и съ жирнымъ блескомъ [1]). Въ моихъ же культурахъ дѣло было такъ. Вдоль черты посѣва появляется сначала совершенно бѣлый или слегка сѣроватый налетъ (подобный тому, что на агарѣ), но уже скоро, спустя 5-6 дней, цвѣтъ его мѣняется: появляется легкій, сперва едва уловимый, розовый или лиловый оттѣнокъ; съ возрастомъ культуры, онъ усиливается и культура (слой бациллъ) пріобрѣтаетъ, наконецъ, густую лиловую или *розовато-фіолетовую* окраску (рис. 17). Края культуры (т. е. самая молодая часть) фестончатые, бѣлые или чуть розоватые. Самый субстратъ— картофель остается неокрашеннымъ, пигментъ пріуроченъ исключительно къ культурѣ. Было подмѣчено, что сильная влажность субстрата дѣйствуетъ неблагопріятно на развитіе окраски.

Несмотря на эту, рѣзко выраженную, особенность картофельныхъ культуръ моей бациллы, я не придаю появленію пигмента большого значенія и не считаю существованіе окрашенныхъ культуръ достаточнымъ поводомъ для образованія особой новой „расы“ *B. mycoides*, а тѣмъ менѣе для установленія новаго вида бактерій.

Отношеніе къ *кислороду*. Бацилла аэробна, но развивается также и

[1]) Ср. напр., Lehmann & Neumann, l. c., p. 301, и другіе курсы бактеріологіи.

Digitized by Google

безъ доступа кислорода — на тѣхъ же желатиновыхъ и агаровыхъ субстратахъ, хотя всегда болѣе скудно и значительно медленнѣе.

Химическія особенности. Изъ субстратовъ, содержащихъ бѣлковыя вещества (молоко, пептонизованные—агаръ, бульонъ, желатина), разлагая эти послѣднія, *B. mycoides* выдѣляетъ въ большомъ количествѣ амміакъ. Влажная красная лакмусовая бумажка, подвѣшенная въ пробиркѣ надъ культурой въ *Щ. М. П. Ж.*, уже черезъ $^1/_2$ минуты становится густо синей. Кромѣ того, при разрушеніи этой бациллой бѣлковыхъ веществъ субстратовъ, *всегда* обильно выдѣляется также сѣроводородъ: подвѣшенныя свинцовыя бумажки становятся черными, какъ уголь [1]). Третій продуктъ біо-химическихъ процессовъ, вызываемыхъ нашей бациллой, на который слѣдуетъ обратить вниманіе — это углекислый кальцій. Культуры *B. mycoides* въ желатинѣ и особенно въ *Щ. М. П. Б.* даютъ возможность наблюдать in vitro постепенное образованіе *бактеріогенныхъ известняковъ*. Первыя отложенія карбоната кальція появляются на поверхности бульона среди нѣжной пленки бациллъ и имѣютъ видъ очень маленькихъ шариковъ или зернышекъ, которые постепенно увеличиваются въ числѣ, разростаются, сталкиваются и образуютъ обильные и красивые аггрегаты. Въ однихъ случаяхъ, зернышки отъ взаимнаго давленія становятся многогранными (рис. 10); въ другихъ—ихъ скопленія напоминаютъ по виду характерныя формы бактерій-сарцинъ; въ третьихъ они представляютъ въ миніатюрѣ известковые туфовые натеки (таб. III, рис. 11). Капля сѣрной кислоты превращаетъ ихъ въ характерные сферитъ $CaSO_4$; при этомъ обильно выдѣляются пузырьки CO_2. Въ желатиновыхъ культурахъ образуются обильныя отложенія углекальціевой соли также въ видѣ друзъ и вообще ясно кристаллическихъ аггрегатовъ.

Распространеніе въ природѣ B. mycoides весьма обширно—это одна изъ самыхъ обыкновенныхъ бактерій въ почвѣ; часто была находима также въ прѣсной водѣ. Въ соленой придонной водѣ и въ черной грязи Вейсова озера, какъ упомянуто, она встрѣчается чрезвычайно часто. Нужно

---

[1]) Выдѣленіе H_2S было мною констатировано *во множествѣ* культуръ *B. mycoides*, такъ что самый фактъ не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію. Упоминаю объ этомъ потому, что нѣкоторымъ изслѣдователямъ (M. Morris, Studien über die Production von Schwefelwasserstoff, Indol und Merkaptan bei Bacterien. Archiv für Hygiene. Bd. 30. 1898, p. 304) не удалось его подмѣтить. Фактъ былъ констатированъ еще Петри и Маассеномъ (Petri & Maassen, A., Beiträge zur Biologie der krankheitserregenden Bakterien insbesondere über die Bildung von Schwefelwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufs.—Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Berlin. Bd. VIII. 1893, p. 318) къ ихъ работѣ были приложены и рисунки почернѣвшихъ свинцовыхъ бумажекъ. Причину разногласія съ показаніями Петри M. Morris (l. c.) отказывается объяснить. Она можетъ крыться, по моему, или въ ненадлежащемъ манипулированіи, въ неподходящемъ субстратѣ или индикаторахъ на H_2S—это всего вѣроятнѣе, или же Morris имѣлъ дѣло съ особой „расой“, потерявшей способность выдѣлять H_2S.

Digitized by Google

думать, что и въ другихъ соленыхъ озерахъ и въ моряхъ она окажется также очень распространенной. По крайней мѣрѣ бактерія, описанная Русселемъ [1]) подъ именемъ *Cladothrix intricata* и весьма распространенная въ морскомъ илѣ Неаполитанскаго залива, отъ берега и до глубины 1100 метровъ, ничѣмъ существеннымъ не отличается отъ нашей бациллы и должна быть признана за *B. mycoides* [2]).

Столь широкое распространеніе объясняется прежде всего устойчивостью споръ *B. mycoides*. Опытами я убѣдился, что въ черной грязи, какъ влажной, такъ и совершенно высохшей на воздухѣ, равно какъ и въ совершенно сухихъ старыхъ культурахъ, споры сохраняютъ жизнеспособность не менѣе года, а вѣроятно еще дольше. Во влажной грязи, безъ доступа кислорода, споры сохраняли у меня жизнеспособность около 2 лѣтъ.

Будучи формой широко распространенной, бацилла эта не могла не попасться на глаза изслѣдователямъ южно-русскихъ лѣчебныхъ грязей,— догадываюсь объ этомъ на основаніи разбора литературы,—но никто, тѣмъ не менѣе, не описалъ ее достаточно ясно и не назвалъ по имени; здѣсь впервые ея присутствіе въ черномъ илѣ и ея роль констатируются.

IX.

Proteus vulgaris Hauser.

Синонимика и литература.

Proteus vulgaris. Hauser, Ueber Fäulnisbakterien. Leipz. 1885.
„ „ Feltz, L. Le Proteus vulgaris. Paris. 1900.
Bacillus Proteus vulgaris. Flügge, C. Die Mikroorganismen. 3-e Aufl. 1896. Th. II, p. 272.
Bacillus vulgaris. Migula, W. System der Bakterien. Bd. II. 1900, p. 707.
„ „ Macé, E. Traité pratique de Bactériologie. 4-e edit. 1901, p. 969.
„ „ „ „ Atlas de Mikrobiologie, pl. XLI.
Bacterium vulgare. Lehmann, K. & Neumann, R. Atlas und Grundriss de Bakteriologie. 2-e Aufl. 1899, p. 278, tab. 31—32.
Proteus sulfureus. Holschewnikoff. Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch Bacterien.—Fortschritte der Medicin. Bd. VII. 1889, № 6.

Нахожденіе. Бактерія эта была изолирована какъ изъ черной грязи со дна воронки, такъ и изъ поверхностнаго слоя воды, съ глубины 1 сажени.

---

[1]) Russel, H. L., l. c., 191—194.

[2]) Еще на моемъ предварительномъ докладѣ 29 ноября 1900 г. въ засѣданіи Общества охраненія народнаго здравія я указалъ и оттѣнилъ это обстоятельство. Какъ по своему строенію и развитію, такъ и по всѣмъ характернымъ особенностямъ культуръ *Cladothrix intricata* Russel есть *B. mycoides* Flügge На томъ же основаніи *B. ramosus* Frankland и *B. pseudanthracis* Wahrlich (см. стр. 39) должны быть признаны также за *B. mycoides*, такъкакъ ничѣмъ существеннымъ и достаточнымъ для выдѣленія въ особый видъ отъ него не отличаются.

Digitized by Google

Строеніе и *развитіе*. Быстро подвижныя, короткія и тонкія палочки; ширина 0,4 μ. — 0,5 μ., длина въ 2—2½ раза больше ширины; встрѣчаются, впрочемъ, даже въ самыхъ молодыхъ культурахъ, и подлиннѣе, до 2,5 μ. — 3 μ. (таб. V, рис. 18). Содержимое клѣтокъ почти гомогенное—зернистость едва примѣтна, очень мелка и нѣжна. Съ возрастомъ культуры появляются нити, болѣе длинныя, до 8 μ. и больше, иногда слегка винтообразно закрученныя. Нити эти неподвижны и являются уже инволюціонными формами. Кромѣ такихъ нитей, въ старыхъ культурахъ встрѣчаются часто и иного типа вырождающіяся формы, имѣющія видъ булавы, либо крупныхъ эллиптическихъ или шаровидныхъ клѣтокъ. Онѣ всегда неподвижны, обнаруживаютъ обыкновенно прогрессирующую вакуолизацію содержимаго и заключаютъ блестящія зернышки или капельки (рис. 19). Эндогенныхъ споръ *P. vulgaris* никогда не образуетъ.

Колоніи. Въ *Щ.М.П.Ж.*, при разливкахъ въ чашкахъ Петри, колоніи быстро развиваются. Глубинныя—сферическія или округлыя, каплевидныя съ правильнымъ рѣзкимъ контуромъ, темныя, сѣровато- или буровато-желтыя и очень мелко-зернистыя. Колоніи, выходящія на поверхность субстрата, становятся свѣтлѣе и получаютъ болѣе неправильныя очертанія; отъ ихъ периферіи вглубь желатины вырастаютъ нѣжные отроги, напоминающіе мицелій, или болѣе толстые выросты, въ видѣ бахромы [1]). Тѣ, своеобразныя формы колоній съ жгутообразными, закрученными отростками, что впервые были описаны Гаузеромъ [2]), а потомъ вошли почти во всѣ книги и учебники [3]) и считались классической, характерной особенностью и принадлежностью рода *Proteus*, встрѣчаются иногда, но далеко не всегда. Въ этомъ, помимо собственныхъ наблюденій, убѣдилъ меня и критическій разборъ литературы объ этой бактеріи.

Какъ варіантъ, въ одномъ случаѣ наблюдались колоніи, окрашенныя въ густой красно (ржаво)-бурый цвѣтъ, развившіяся среди безцвѣтной желатины.

Поверхностныя колоніи быстро разжижаютъ желатину.

Культуры въ *П.Ж.* и *Щ.М.П.Ж.* При культурахъ уколомъ—вдоль послѣдняго быстро развиваются въ большомъ количествѣ мелкія сѣроватыя колоніи, не давая, однако, какой-либо характерной картины. Желатина быстро разжижается на подобіе чулка, на днѣ котораго собирается обильный нѣжный, чисто бѣлаго цвѣта, осадокъ бактерій. Въ концѣ концовъ, раньше или позже, вся желатина оказывается жидкой и прозрачной, а на днѣ пробирки лежатъ обильные бѣлые хлопья бактерій. Цвѣтъ желатины при этомъ не мѣняется и пленокъ на ея поверхности никогда не образуется.

---

[1]) Ср. рис. въ атласѣ Лемана и Неймана (Lehmann und Neumann, l. c.)

[2]) Hauser, l. c.

[3]) Ср. напр. L. Feltz. l. c. pl. II.

Digitized by Google

Культуры въ *П.А.* и *Щ.М.П.А.* Въ укольныхъ культурахъ—вдоль линіи посѣваразвивается много мелкихъ сѣроватыхъ, точкообразныхъ, колоній, а надъ уколомъ, на поверхности субстрата, маленькій, просвѣчивающій, безцвѣтный кружокъ; затѣмъ постепенно развивается культура типа, такъ называемой плоской гвоздевидной, съ утолщающимся кверху стержнемъ (рис. 21).

Плоскій кружокъ изъ бактерій на поверхности агара постепенно разростается и пріобрѣтаетъ нѣжный розоватый или красновато-лиловый цвѣтъ съ жирнымъ блескомъ (рис. 20). Съ возрастомъ и развитіемъ культуры, его цвѣтъ переходитъ въ буровато-красный; наконецъ, въ старыхъ культурахъ, густой и вязкій слой бактерій на агарѣ становится темнаго красно-бураго или коричневаго цвѣта (рис. 22). Одновременно съ потемнѣніемъ кружка окрашивается и самый субстратъ-агаръ съ поверхности все далѣе и далѣе вглубь, сначала въ свѣтлый желто-бурый цвѣтъ, потомъ темнѣе, постепенно доходя до темнаго красно-бураго, до цвѣта густого кофейнаго отвара, едва прозрачнаго (рис. 23).

Въ культурахъ на агарѣ царапиной — развивается на поверхности субстрата точно такой же слой бактерій, сначала нѣжный, слизистый, просвѣчивающій, бѣловатый или сѣроватый, съ сильнымъ маслянистымъ блескомъ; потомъ онъ становится густымъ, вязкимъ, красно-бурымъ; въ такой же цвѣтъ окрашивается и самый агаръ подъ бактеріями диффундирующимъ вглубь пигментомъ.

Конденсаціонная вода агара мутна, съ обильнымъ бѣлымъ осадкомъ бактерій на днѣ.

Красно-бурая окраска поверхностнаго слоя бактерій и самаго субстрата наблюдалась неизмѣнно во всѣхъ моихъ культурахъ; въ литературѣ же объ этомъ совсѣмъ не упоминается. Это тѣмъ болѣе удивительно, что этотъ видъ бактерій весьма распространенъ, обыкновененъ и часто изслѣдовался. Между прочимъ, полученный мною изъ лабораторіи Краля въ Прагѣ *Proteus vulgaris* оказался во всемъ существенномъ сходнымъ съ моимъ, не исключая и образованія красно-бураго пигмента.

Въ *Щ.М.П.Б* наблюдаемъ сильное развитіе. Бульонъ окрашивается въ свѣтлый красно-бурый цвѣтъ, сильно мутится, а на днѣ собирается бѣлый хлопьевидный осадокъ бактерій.

Въ *молокѣ P. vulgaris* не вызываетъ типичнаго, быстраго свертыванія. Казеинъ сначала выпадаетъ, въ видѣ очень нѣжнаго мелкаго хлопьевиднаго осадка, а затѣмъ постепенно и довольно быстро растворяется, но никогда (культуры въ пробиркахъ) вполнѣ. Получается прозрачная янтарнаго цвѣта жидкость сильно щелочной реакціи [1]).

[1]) Относительно дѣйствія *Proteus vulgaris* на молоко въ литературѣ существуютъ противорѣчія, обусловленныя, повидимому, прежде всего различной постановкой опытовъ. Ср. между прочимъ L. Feltz, l. c., p. 44—45.

Digitized by Google

Культуры на *картофель* обнаруживаютъ довольно быстрое развитіе, хотя и уступающее по силѣ росту на вышеупомянутыхъ субстратахъ, содержащихъ въ изобиліи бѣлковыя вещества; по виду же онѣ обыкновенно напоминаютъ культуры на поверхности агара. Вдоль черты посѣва сначала появляется узкая полоска бактерій бѣлаго или желтоватаго цвѣта; по мѣрѣ разростанія и развитія культуры, она темнѣетъ и становится желто-буроватой, потомъ красно-буроватой, иногда почти чисто красной (рис. 24). Консистенція культуры густая и вязкая. Если культура развивается въ очень влажной атмосферѣ, то получается гораздо болѣе обильный ростъ; масса бактерій при этомъ занимаетъ значительную часть поверхности картофеля, но за то она полужидкой, слизистой консистенціи и свѣтлаго желто-буроватаго цвѣта. Избытокъ влажности, стало быть, вліяетъ на культуры *P. vulgaris* такъ же, какъ вліяетъ онъ на соотвѣтствующія культуры *B. mycoides*. Самый субстратъ—картофель не окрашивается. До сихъ поръ картофельныя культуры описывались авторами нѣсколько иначе и обыкновенно такъ: очень скудный ростъ, налетъ желтовато-бѣлый или желтовато-сѣрый, матовый или съ жирнымъ блескомъ [1]). Только у Фельца [2]) встрѣчаемъ указаніе, весьма неопредѣленное, впрочемъ, на бурый цвѣтъ культуръ.

Отношеніе къ *кислороду*. На бульонѣ, желатиновыхъ и агаровыхъ субстратахъ хорошо развивается и безъ доступа кислорода, но всегда на воздухѣ развитіе идетъ и быстрѣе и обильнѣе. *P. vulgaris*—аэробъ, но въ то же время энергичный факультативный анаэробъ, превосходя въ этомъ отношеніи всѣхъ другихъ, здѣсь описываемыхъ, микробовъ.

Химическія особенности. Какъ извѣстно, *P. vulgaris* вызываетъ интенсивный процессъ гніенія; по силѣ разрушенія бѣлковыхъ веществъ, это одна изъ энергичнѣйшихъ *сапрогенныхъ* бактерій. Изолированная и изученная мною форма быстро разрушала бѣлковыя вещества (упомянутыхъ субстратовъ), въ условіяхъ какъ аэро-, такъ и анаэробіоза, при чемъ въ томъ и другомъ случаѣ этотъ процессъ разрушенія сопровождался весьма обильнымъ выдѣленіемъ амміака и сѣроводорода.

Распространеніе въ природѣ P. vulgaris весьма обширно. Изъ водъ, особенно загрязненныхъ разлагающимися органическими веществами, онъ былъ изолируемъ много разъ. Нужно думать, что онъ найдется всюду, гдѣ есть на поверхности земли или въ водѣ гніющія вещества. Несмотря

[1]) Напр., у Лемана (Lehmann und Neumann, l. c., p. 287): „*Kartoffelkultur:* Sehr spärliches Wachsthum. Weissgelblich, gewöhnlich auf der Strich beschränkt, etwas krümelig, matt bis fettglänzend, ziemlich erhaben". У другихъ авторовъ—варіаціи на ту же тему.

[2]) L. Feltz, l. c., p. 43: „*Pomme de terre.*—La surface prend un aspect muqueux brun". О побурѣніи картофельныхъ культуръ *Proteus sulfureus*, который, въ сущности, по моему мнѣнію, тотъ же *P. vulgaris* (см. ниже) упоминаетъ еще Холшевниковъ (Holschewnikoff, l. c., p. 202).

Digitized by Google

на отсутствіе споръ и быструю инволюцію въ культурахъ, эта достаточно устойчивая бактерія. Въ моихъ, напр., культурахъ, если онѣ были защищены отъ высыханія, *P. vulgaris* сохранялъ жизнеспособность больше года. Такая устойчивость естественно способствуетъ широкому распространенію въ природѣ.

Здѣсь умѣстно будетъ упомянуть еще о двухъ другихъ бактеріяхъ.

Холшевниковымъ [1]) была изолирована изъ воды въ Визбаденѣ бактерія, образующая сѣроводородъ и названная имъ *Proteus sulfureus*. Самъ Холшевниковъ [2]), однако, уже колебался, не идентична ли она съ обыкновеннымъ *P. vulgaris*. Дѣйствительно, на основаніи его описанія, нѣтъ основаній считать ее особымъ видомъ, это тотъ же *P. vulgaris*.

Другая бактерія была изолирована изъ черноморскаго ила, взятаго съ большихъ глубинъ, Зелинскимъ и Брусиловскимъ [3]) и описана ими подъ именемъ *Bacterium hydrosulfureum Ponticum*. Къ сожалѣнію, ея признаки описаны очень поверхностно, безъ соблюденія основныхъ требованій микробіологіи. Изъ описанія мы узнаемъ, что это подвижная, нѣсколько удлиненная палочка, отличающаяся способностью, въ подходящихъ (?) условіяхъ, выдѣлять H_2S и образовать на агаръ-агарѣ (при доступѣ воздуха) темно-кофейный пигментъ; она можетъ жить и безъ кислорода воздуха. „Микробъ этотъ,—говорятъ авторы,—мы предлагаемъ назвать *Bacterium hydrosulfureum Ponticum*, названіе, которое можетъ быть сохранено для *многихъ видовъ* (?!) [4]) микроорганизмовъ, населяющихъ воды черноморскаго бассейна и способныхъ выдѣлять H_2S“ [5]).

Такимъ образомъ, рѣшить вопросъ, имѣли-ли дѣло авторы съ новой формой или со старой, давно извѣстной, или, быть можетъ, со смѣсью нѣсколькихъ формъ, на основаніи сообщенныхъ ими данныхъ нельзя. Я могу только высказать догадку, что проблематическій *Bacterium hydrosulfureum Ponticum* есть просто *Proteus vulgaris* или одна изъ его разновидностей [6]).

---

[1]) Holschewnikoff, l. c.

[2]) Holschewnikoff, l. c., p. 201—2.

[3]) Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и Одесскихъ лиманахъ.—Журн. Русск. физико-химич. общества. Т. 25. 1893, стр. 298—303.

„ и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и Одесскихъ лиманахъ.—Отчеты о д. Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. V, (1892—1898). 1898. Прилож. стр. 47—58.

[4]) Курсивъ—мой.

[5]) Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи и т. д.—Журн. Р. физ.-химич. общества. Т. 25. 1893, стр. 301—302. Предлагать одно видовое названіе для многихъ видовъ, по меньшей мѣрѣ, странно.

[6]) Столь же неопредѣленной и по тѣмъ же причинамъ является природа „оранжеваго или золотисто-оранжеваго бацилла“, изолированнаго изъ лиманной грязи Брусиловскимъ

Digitized by Google

X.

Bacterium albo-luteum Nads. nov. sp.

Нахожденіе. Была нѣсколько разъ изолируема изъ ила со дна воронки Вейсова озера на глубинѣ 9 саж.

Строеніе и *развитіе.* Очень мелкія бактеріи, эллиптической формы, или очень короткія палочки, съ перваго взгляда кажущіяся почти кокками [1]); передъ дѣленіемъ бываютъ длиннѣе (таб. VI, рис. 25). Діам. 0,60μ.—0,75 μ., длина 1,25μ.—1,75 μ. Бактеріи быстро подвижны; въ молодыхъ культурахъ размножаются дѣленіемъ въ подвижномъ состояніи и часто плаваютъ соединенными попарно. Неподвижныя формы собираются небольшими кучками. Содержимое клѣтокъ безцвѣтно, почти гомогенно, зернистость едва уловима. Съ возрастомъ культуры, въ клѣткахъ появляются очень мелкія зернышки, часто въ клѣткѣ находится всего одно зернышко,—оно сильно окрашивается метиленовой синькой. Съ возрастомъ же появляются въ культурѣ и инволюціонныя формы, въ видѣ болѣе крупныхъ сферическихъ, эллиптическихъ или булавовидныхъ клѣтокъ (рис. 26). Споръ эта бактерія никогда не образуетъ.

Отмѣчу еще одно интересное обстоятельство. Въ первыхъ моихъ культурахъ на *П. С. А.*, эти подвижныя бактеріи обладали нѣжными прозрачными капсулами, замѣтными даже на живыхъ бактеріяхъ, а еще лучше на подкрашенныхъ слабой метиленовой синькой. У инволюціонныхъ, неподвижныхъ формъ капсулы достигали огромной толщины. Въ послѣдующихъ культурахъ, эти капсулы были потеряны бактеріей и, повидимому, безвозвратно,—по крайней мѣрѣ ни на одномъ изъ испробованныхъ мною впослѣдствіи субстратовъ не удалось ихъ регенерировать и множество культуръ, которыя я послѣ того изслѣдовалъ, всѣ содержали безкапсульныхъ бактерій.

Колоніи. Въ *Щ. М. П. Ж.* колоніи появляются въ видѣ мелкихъ прозрачныхъ капелекъ. Молодыя колоніи—шарообразны, слабо желтоваты, прозрачны. Разростаясь, становятся темнѣе, желто-или красно-буроватыми и непрозрачными, обнаруживая внутри густую мелкую зернистость (рис. 27). Старыя колоніи имѣютъ такую-же сферическую форму, какъ и молодыя; поверхностныя не отличаются существенно отъ глубинныхъ.

и считаемаго имъ за самаго сильнаго и настоящаго раскислителя грязи (Е. М. Брусиловскій. Къ вопросу о роли микроорганизмовъ въ образованіи лиманной грязи.— Отчеты о д. Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. IV. 1892. Прилож., стр. 39—81).

[1]) Для обозначенія такихъ формъ употребляютъ иногда терминъ—„кокко-бактеріи", терминъ, съ точки зрѣнія систематической микробіологіи, неудачный.

Digitized by Google

Желатина быстро разжижается и колоніи въ ней нѣсколько дней плаваютъ, не измѣняя своихъ очертаній, цвѣта и консистенціи, затѣмъ края ихъ постепенно расплываются и колоніи разсыпаются.

Культуры въ *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.* уколомъ представляютъ мало характернаго. Вдоль укола появляется скопленіе колоній, а съ поверхности субстрата начинается воронкообразное разжиженіе желатины. Процессъ разжиженія идетъ довольно быстро, однако, медленнѣе, чѣмъ у *P. vulgaris* и *B. mycoides*. Разжиженная желатина слегка мутна, но цвѣта своего не мѣняетъ; на днѣ скопляется обильный желтоватый осадокъ бактерій.

Культуры на *П. А.* и *Щ. М. П. А.* всего характернѣе. Культуры какъ уколомъ, такъ и царапиной даютъ всегда обильное и однотипное развитіе. При уколѣ—культура плоско гвоздевидная; утончающійся книзу стержень культуры составленъ изъ мелкихъ желтоватыхъ зернышекъ (рис. 28). Шляпка на поверхности агара плоская и сначала молочно-бѣлая, съ сильнымъ жирнымъ блескомъ; со временемъ она желтѣетъ, но не равномѣрно, а кольцами: на бѣломъ фонѣ появляется нѣсколько концентрическихъ колецъ, желтаго цвѣта, разной силы окраски (рис. 29). Отсюда и названіе бактеріи — *Bacterium albo-luteum*. Въ культурахъ царапиной на агарѣ, сначала культура бѣлая, потомъ становится свѣтло-желтой и густой, слизистой консистенціи, съ жирнымъ блескомъ. Агаръ своего цвѣта не мѣняетъ. Конденсаціонная вода агара мутна, на днѣ ея собирается желтоватый осадокъ бактерій.

Въ *Щ. М. П. Б.*—обильное развитіе. Бульонъ мутится и на дно въ большомъ количествѣ садится желтоватый хлопьевидный осадокъ бактерій.

Въ *молокѣ* бактерія хорошо развивается. Дѣйствуетъ на молоко такъ же, какъ *P. vulgaris*, превращая его въ янтарно-желтую, прозрачную, сильно щелочную жидкость.

На *картофель*, вдоль черты посѣва, появляется влажный, желтоватый налетъ. Постепенно разростаясь, онъ превращается въ толстый слизистый слой желтаго цвѣта съ жирнымъ блескомъ. Желтый цвѣтъ бактерій варіируетъ въ разныхъ культурахъ, какъ въ оттѣнкѣ, такъ и въ силѣ: отъ яркаго яично-желтаго до слабо-желтоватаго. Подобныя измѣненія способности образовать краску, варіаціи въ *хромогенезѣ*, встрѣчаются у бактерій вообще часто. Интересно, что и здѣсь, какъ и у вышеописанныхъ *B. mycoides* и *P. vulgaris*—во влажной атмосферѣ развивается культура болѣе объемистая, но зато болѣе жидкая и болѣе блѣдная (въ данномъ случаѣ—блѣдно-желтаго цвѣта). Другая интересная и, къ тому же, характерная особенность картофельныхъ культуръ *B. albo-luteum*—это измѣненіе окраски самаго субстрата. Картофель начинаетъ темнѣть, сначала непосредственно подъ слоемъ бактерій, потомъ все дальше и глубже и, наконецъ, весь стано-

Digitized by Google

вится темно-бурымъ [1]). Вообще культуры на картофелѣ, подобно агаровымъ, являются характерными. Какъ въ старыхъ агаровыхъ культурахъ, такъ и на совершенно высохшихъ кускахъ картофеля, бактерія эта нѣсколько мѣсяцевъ (по крайней мѣрѣ) сохраняетъ жизнеспособность.

Отношеніе къ *кислороду*. Аэробна, но развивается несомнѣнно и безъ доступа кислорода, хотя медленнѣе.

Химическія особенности. Разрушаетъ энергично бѣлковыя вещества (желатиновые и агаровые субстраты), съ обильнымъ выдѣленіемъ сѣроводорода и амміака, какъ при доступѣ воздуха, такъ и въ условіяхъ анаэробіоза. Кромѣ того при этихъ біо-химическихъ процессахъ выпадаетъ въ культурахъ значительный осадокъ $CaCO_3$.

Bacillus salinus Nads. nov. sp.

Нахожденіе. Была изолирована со дна воронки Вейсова озера, изъ ила и изъ придонной воды на глубинѣ $8^3/_4$ саж. Названа по мѣсту нахожденія въ соленомъ озерѣ.

Строеніе и *развитіе*. Тонкія, стройныя, быстро подвижныя палочки; діам. 0,60μ—0,75 μ., длина 2,5μ —4 μ; часто соединены по двѣ (таб. VII, рис. 30); концы клѣтокъ полого закругленные. Содержимое нѣжное и очень мелко зернистое, почти гомогенное, безцвѣтное. Образуютъ эндогенныя споры (рис. 31). Споры эллиптическія, съ сильно блестящей оболочкой, съ зеленоватымъ отливомъ, размѣромъ 0,5 μ × 1,25 μ. Спора лежитъ по срединѣ клѣтки или ближе къ одному изъ ея концовъ. Одни спороносныя клѣтки сохраняютъ первоначальную правильно-цилиндрическую форму, другія же бываютъ толще на одномъ изъ концовъ, принимая видъ булавы или палицы, третьи съужены съ обоихъ концовъ и имѣютъ видъ веретена. Спора лежитъ въ расширенной части клѣтки, гораздо рѣже въ съуженной (рис. 30).

Формѣ спороносной клѣтки склонны въ современной систематикѣ бактерій придавать большое значеніе. Если она остается цилиндрической, то бактерію относятъ, слѣдуя предложенію Альфреда Фишера [1]), къ роду *Bacillus*, если она становится булавовидной—къ роду *Plectridium*, а если веретенообразной—*Clostridium*. У моего *B. salinus*, при посѣвахъ, взятыхъ изъ одной и той же колоніи, получаются *всѣ три формы вмѣстѣ рядомъ* со всевозможными между ними переходами (рис. 31). Чистота культуры и принадлежность ея одному виду бактерій была тщательно про-

[1]) Ср. также ниже о культурахъ *Actinomyces albus*. Вѣроятно, мы здѣсь имѣемъ дѣло съ дѣйствіемъ оксидазъ.

[1]) A. Fischer, Vorlesungen über Bakterien. 1897, стр. 19—20, 33.

Digitized by Google

контролирована рядомъ разливокъ. Отсюда я дѣлаю выводъ, что подобныя измѣненія формы клѣтки при спорообразованіи не имѣютъ того значенія, которое имъ хотятъ придать А. Фишеръ и согласные съ нимъ изслѣдователи, и не могутъ служить для установленія родовъ бактерій.

Спороносныя клѣтки неподвижны. Инволюціонныя формы встрѣчаются въ старыхъ культурахъ, какъ то обыкновенно бываетъ, часто. Онѣ крупнѣе нормальныхъ, отличаются разнообразіемъ очертаній, но въ общемъ ничего особо интереснаго не представляютъ.

Колоніи въ *Щ. М. П. Ж.*: глубинныя—округлыя, каплевидныя, сначала прозрачныя, потомъ темнѣе, мелкозернистыя, блѣднаго желтовато-буроватаго цвѣта (рис. 32); выходя на поверхность, окружаются свѣтлымъ ореоломъ разжижающейся желатины. Поверхностныя колоніи съ причудливо курчаво-лопастной поверхностью, въ срединѣ густо зернистыя, желтобурыя, по краямъ свѣтлѣе (таб. VIII, рис. 33). Въ одномъ случаѣ былъ наблюдаемъ ярко оранжевый цвѣтъ колоніи, подобный цвѣту агаровыхъ культуръ (варіантъ).

Культура въ *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.* получается типа плоской гвоздевидной и подобна агаровой (см. ниже); на поверхности желатины появляется округлый плоскій слой бактерій оранжеваго цвѣта. Спустя болѣе или менѣе продолжительный срокъ (1—2 недѣли), желатина начинаетъ разжижаться въ видѣ воронки, на днѣ которой собирается желтоватый осадокъ бактерій. Разжиженіе идетъ медленно, желатина слегка мутна, но цвѣтъ ея не мѣняется.

Культуры на *П. А.* и *Щ. М. П. А.* Укольныя—гвоздевидныя, съ плоской головкой на поверхности агара. Стержень культуры, утончающійся книзу, состоитъ изъ кучекъ мелкихъ компактныхъ зернышекъ, желтоватаго цвѣта (рис. 34). Головка, то съ болѣе правильнымъ, то съ волнистымъ или фестончатымъ краемъ, представляетъ сначала нѣжный, слизистый, желтоватый слой бактерій; потомъ, разростаясь, она утолщается, густѣетъ, пріобрѣтаетъ жирный блескъ; цвѣтъ ея при этомъ становится ярко-оранжевымъ или буровато-оранжевымъ. Часто окраска по срединѣ головки блѣднѣе, желтоватая, палевая или даже блѣдно-розоватая; кромѣ того замѣчается распредѣленіе тоновъ и оттѣнковъ окраски концентрическими кольцами—зональность (рис. 35). Оранжевый цвѣтъ разныхъ оттѣнковъ является въ культурахъ всего чаще; первыя, выдѣленныя культуры были всѣ таковы и его нужно считать характернымъ для данной бактеріи. Въ дальнѣйшихъ, однако, культурахъ (на тѣхъ же субстратахъ) окраска нерѣдко слабѣла, переходя въ блѣдно-оранжевый или блѣдно-желтый. Такое ослабленіе цвѣта въ однихъ случаяхъ получалось постепенно, рядомъ послѣдовательныхъ пересѣвовъ, въ другихъ же наступало внезапно.

На агарѣ, при посѣвѣ чертой, образуется широкій слой бактерій съ волнистыми очертаніями и такихъ же свойствъ и цвѣта, какъ только что

Digitized by Google

было описанно и представляющій такія же варіаціи. Самый агаръ не окрашивается; въ конденсаціонной водѣ небольшой осадокъ бактерій.

Въ *Щ. М. П. Б.*—развитіе медленное, значительно уступающее по силѣ 3 другимъ бактеріямъ. Бульонъ слегка мутится, на днѣ собираются блѣдно-оранжевые хлопья бактерій.

Въ *молокѣ B. salinus* очень слабо развивается.

На *картофель* также слабо—въ видѣ очень скуднаго блѣдно-оранжеваго налета вдоль черты посѣва.

Отношеніе къ *кислороду*. Аэробъ. При полномъ отсутствіи кислорода воздуха несомнѣнно также развивается, но очень медленно и скудно.

Химическія особенности. Разлагаетъ бѣлковыя вещества въ упомянутыхъ выше агаровыхъ и желатиновыхъ субстратахъ съ значительнымъ выдѣленіемъ NH_3 и H_2S. Замѣтно, однако, уступаетъ въ этомъ отношеніи 3 вышеописаннымъ бактеріямъ. Въ соотвѣтствіи съ меньшей силой разложенія бѣлковъ, въ меньшемъ же количествѣ выдѣляется въ субстратахъ и осадокъ $CaCO_3$.

XI.

Actinomyces albus Gasperini.

Синонимика и литература.

Streptothrix Foersteri Gasperini, G. Recherches morphologiques et biologiques sur un microorganisme de l'atmosphère, le *Streptothrix Foerster* Cohn.—Annales de Micrographie T. II. 1890.

Streptothrix alba. Rossi Doria, T. Sul di alcune specie di „*Streptothrix*“ trovate nell'aria. - Annali dell'instituto d'Igiene sperimentale della R. Università di Roma. Vol. I 1891, p. 406, 421.

„ „ Flügge, C. Die Mikroorganismen. 3-e Aufl. Th. II. 1896, p. 64.

Actinomyces albus. Gasperini, G. Sul potere patogeno dell'*Actinomyces albus* etc. – Processi verbali della Soc. Toscana di Sc. naturali. Pisa. 1895, juglio.

„ „ Берестневъ, Н. М. Актиномикозъ и его возбудители. Москва. 1897, стр. 114. Съ рис.

„ „ Lachner-Sandoval, V. Ueber Strahlenpilze. Eine bacteriologisch-botanische Untersuchung. Strassburg. 1898, p. 12 и слѣд.

Actinomyces saprophyticus, var. alba. Gasperini, G. Ricerche morfologiche ebiologiche sul'genere *Actinomyces* Harz etc.—Annali dell'instituto d'Igiene sperimentale della R. Università di Roma. Vol. II. 1892, p. 226.

Actinomyces chromogenes. β. alba. Lehmann, K. & Neumann, R. Atlas und Grundriss der Bakteriologie. 2 Aufl. 1899, p. 434.

Oospora Doriae. Sauvageaux, C. & Radais, M. Sur les genres *Cladothrix*, *Streptothrix*, *Actinomyces* et description de deux *Streptothrix* nouveaux.—Annales de l'Institut Pasteur. Vol. VI. 1892, p. 251.

Cladothrix Foersteri. Macé, E. Traité pratique de Bactériologie. 4-e edit. 1901, p. 1079.

Digitized by Google

Нахожденіе. Весьма распространенный микробъ-грибокъ въ поверхностномъ слоѣ ила въ воронкѣ озера, изъ коего былъ нѣсколько разъ изолируемъ.

Строеніе и *развитіе.* Гифы мицелія этого грибка очень тонкія, нѣжныя и безцвѣтныя, цилиндрическія; въ среднемъ діам. 0,5 μ, болѣе старыя толще –0,7 μ; молодые концы тоньше, не болѣе 0,3 μ, притомъ бываютъ прямые, либо слегка винтообразно изогнутые. Гифы обильно вѣтвятся; вѣтви появляются въ видѣ маленькихъ боковыхъ выростовъ, отходящихъ обыкновенно подъ прямымъ угломъ (таб. X, рис. 42). Вѣтви эти неразрывно связаны съ гифами и вѣтвленіе по типу—„настоящее“, какъ то бываетъ у грибовъ; оно рѣзко отличается отъ „ложнаго“, встрѣчающагося у бактерій [1]). *Мицелій не септированъ*: поперечныхъ перегородокъ въ немъ не видно, ни при жизни, ни послѣ дѣйствія реактивовъ (плазмолизаторовъ [2]), іода и различныхъ красокъ) [3]). Такимъ образомъ у этого, какъ и у двухъ другихъ, мною изслѣдованныхъ, лучистыхъ грибковъ (*Actinomycetes*), мицеліи представляетъ *одну, сильно разросшуюся и вѣтвистую клѣтку* [4]).

Содержимое молодыхъ гифъ подъ микроскопомъ является очень блѣднымъ и почти гомогеннымъ; въ болѣе старыхъ тамъ и сямъ видны мелкія блестящія зернышки; кромѣ того въ нихъ мѣстами плазма распадается на отдѣльные продолговатые кусочки, раздѣленные свѣтлыми промежутками, что особенно рѣзко выступаетъ на окрашенныхъ препаратахъ.

На поверхности субстрата, гифы мицелія превращаются въ вѣтвистые ряды или цѣпочки споръ, обыкновенно называемыхъ *воздушными конидіями,* но которыя, по способу образованія ихъ, правильнѣе было бы называть *оидіями* [5]). Конидіи коротко эллиптическія—0,75 μ.×1,25 μ. (таб. IX, рис. 36), образуются въ большомъ количествѣ, безцвѣтны, а въ массѣ, на поверхности культуръ, имѣютъ видъ нѣжнаго, чисто бѣлаго, какъ мука, порошка.

Въ старыхъ культурахъ находимъ много разнообразныхъ и интересныхъ инволюціонныхъ формъ. Инволюція можетъ охватывать, какъ вегe-

---

[1]) См. выше описаніе „ложнаго“ вѣтвленія у *B. mycoides.* Классическимъ примѣромъ бактеріи съ псевдо-дихотоміей является *Cladothrix dichotoma.*

[2]) Плазмолизаторы—5% растворъ селитры, крѣпкій глицеринъ и другіе реактивы, вызывающіе плазмолизъ, т. е. отставаніе содержимаго клѣтки отъ клѣточной оболочки и затѣмъ его съеживаніе.

[3]) Окраска лучистыхъ грибковъ (*Actinomycetes*) всего лучше удается карболовымъ фуксиномъ *Циля.*

[4]) Въ литературѣ, по этому вопросу, встрѣчаемъ еще противорѣчія и много недосказаннаго, что объясняется крайней трудностью изслѣдованія объекта. Соважо и Радэ (Sauvageaux & Radais l., c. p. 265)—первые ясно высказали, что въ мицеліи этихъ грибковъ поперечныхъ перегородокъ нѣтъ.

[5]) Объ оидіяхъ у грибовъ см. Tavel, F. Vergleichende Morphologie der Pilze. 1892 p. 32.

Digitized by Google

тативную часть грибка - - мицелій, такъ и формирующіеся органы размноженія—конидіи. При этомъ гифы изъ тонкихъ, правильно цилиндрическихъ, становятся расширенными, раздутыми въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, варикозными (рис. 37). Иногда эти вздутія превращаются въ рядъ сферическихъ или эллиптическихъ ампулъ, соединеныхъ тонкими перемычками-каналами. Сходную инволюцію концовъ мицелія наблюдалъ Macé (l. c., p. 1076) у *Actinomyces chromogenes*. Конецъ гифы можетъ также вздуваться булавовидно, образуя концевую ампулу; затѣмъ эта ампула, равно какъ и рядъ слѣдующихъ за ней, могутъ, отшнуровываясь отъ гифы, отдѣлиться въ видѣ свободныхъ, почти сферическихъ клѣтокъ (рис. 37). Въ другихъ случаясь, гифы, утолщаясь (въ 2—3 раза противъ нормы, т. е. до 1,25—1,50μ.), завиваются на концѣ локономъ, винтомъ или на подобіе спириллъ, которыя могутъ совершенно отдѣлиться отъ произведшей ихъ гифы (рис. 38). Нѣкоторыя изъ этихъ странныхъ quasi-спириллъ бываютъ толще на одномъ концѣ, чѣмъ на другомъ, и тогда онѣ напоминаютъ формой сперматозоиды папоротниковъ (рис. 38). Инволюція, какъ сказано, можетъ охватить и конидіи, отдѣльныя и цѣлыя цѣпочки ихъ. При этомъ конидіи увеличиваются въ размѣрахъ, какъ бы разбухаютъ, превращаясь въ сферическія, овальныя или продолговатыя клѣтки. Подобныя инволюціонныя формы встрѣчены мною и у другихъ *Actinomycetes* (рис. 39); къ этой же категоріи явленій вырожденія относятся и хорошо извѣстныя въ медицинской литературѣ „колбы“ патогеннаго *Actinomyces bovis*, хотя онѣ нѣсколько отличаются своимъ строеніемъ.

Изъ конидіи, при посѣвѣ, вырастаетъ мицелій и развивается новая особь. Такой мицелій во всѣхъ руководствахъ и спеціальныхъ работахъ принято называть колоніей, въ соотвѣтствіе колоніямъ бактерій; это, конечно, невѣрно и неестественно, такъ какъ у бактерій „колонія“ — дѣйствительно колонія, т. е. собраніе многихъ особей, а у лучистыхъ грибковъ это всегда одна особь [1]).

Развитіе мицелія (этой *„псевдо-колоніи“*) въ *Щ.М.П.Ж.* на пластинкахъ и въ чашкахъ Петри очень характерно. Молодые глубинные мицеліи являются въ видѣ очень нѣжныхъ хлопьевъ или пушинокъ съ болѣе темной срединой. Подъ микроскопомъ, они правильно сферическіе и состоятъ изъ тончайшихъ вѣтвящихся нитей-гифъ; въ срединѣ ихъ находится болѣе плотный и потому болѣе темный клубочекъ гифъ, отъ котораго онѣ во всѣ стороны и расходятся лучами (таб. X, рис. 40) [2]). Съ возрастомъ, въ мицеліи появляется чередованіе болѣе темныхъ и болѣе свѣтлыхъ кон-

[1]) Любопытно, что V. Lachner-Sandoval (l. c., p. 23), сознавая, что здѣсь вовсе не „колонія“, тѣмъ не менѣе всюду употребляетъ этотъ терминъ.

[2]) Въ болѣе поздней стадіи картина получается такая, какъ представлено мною ниже для другого лучистаго грибка—*Actinomyces roseolus* (табл. XV рис. 62).

Digitized by Google

центрическихъ слоевъ (зональность). Выйдя на поверхность субстрата, мицелій образуетъ воздушныя конидіи и покрывается бѣлымъ мучнистымъ налетомъ, состоящимъ изъ этихъ конидій, — при томъ опять не сплошь, а концентрическими кольцами (рис. 41): одни кольца желтоватыя, болѣе прозрачныя, другія непрозрачныя, сверху густо усыпанныя бѣлымъ порошкомъ конидій. Образованіе конидій начинается по срединѣ мицелія и идетъ затѣмъ къ его окружности. Край мицелія нѣжно бахромчатый. Поверхностныя „псевдо-колоніи“ очень медленно разжижаютъ вокругъ себя желатину, постепенно погружаясь въ нее. Цвѣтъ желатины при этомъ не мѣняется.

Укольныя *культуры* въ *Щ.М.П.Ж.* весьма сходны по виду съ соотвѣтствующими агаровыми. На поверхности желатины развивается пленка — толстая, плотная, складчатая, съ ямчатыми или мѣшковидными углубленіями-выростами, проникающими въ субстратъ, снизу желтоватая или желтая, сверху густо усыпанная бѣлымъ слоемъ конидій. Спустя нѣкоторый, всегда болѣе или менѣе продолжительный, промежутокъ времени (обыкновенно 10-20 дней со времени посѣва) желатина начинаетъ разжижаться. Разжиженіе цилиндрическое, медленное, но въ концѣ концовъ полное [1]). Цвѣтъ желатины не мѣняется, она остается совершенно прозрачной, а на днѣ скопляются нѣжные безцвѣтные, со временемъ темнѣющіе, хлопья мицелія. При посѣвѣ чертой на косой желатинѣ развивается такая же пленка; она присыхаетъ впослѣдствіи, въ старыхъ культурахъ, къ стѣнкамъ пробирки, а на днѣ разжиженнаго слоя желатины собираются нѣжные хлопья мицелія (рис. 43).

Культуры въ *П.А.*, *Щ.М.П.А.* и *П.С.А.* — очень характерны. При посѣвѣ уколомъ, культура развивается въ видѣ обращенной верхушкой внизъ елочки. Въ молодости, съ перваго взгляда, она нѣсколько напоминаетъ культуру *Bacillus mycoides*, но, если вглядѣться, замѣтна большая разница (таб. XI, рис. 44, 45, 46). Стержень культуры состоитъ изъ лучистыхъ шариковъ (псевдо-колоній), которыя доходятъ до конца укола,— но чѣмъ глубже, тѣмъ они меньше—и размѣромъ, и числомъ. Въ срединѣ каждаго шарика-мицелія находится болѣе темный, сначала полупрозрачный, потомъ, по мѣрѣ развитія, совсѣмъ непрозрачный центръ; отъ этого центра лучами расходятся гифы, образуя вокругъ него нѣжный полупрозрачный, все болѣе и болѣе разростающійся, ореолъ. Интересно, что лучистые шары, когда они во время роста подойдутъ близко другъ къ другу, не только не срастаются, но какъ бы избѣгаютъ даже коснуться другъ друга; направленныя супротивно поверхности ихъ изъ сферическихъ становятся совершенно плоскими и между шарами образуется незаростающая ней-

[1]) Иногда для этого требуется не менѣе 2—3 мѣсяцевъ.

Digitized by Google

тральная межа, то узкая, то болѣе широкая; въ стороны отъ нея и разростаются далѣе шары-мицеліи. Такое явленіе наблюдается, какъ въ твердыхъ субстратахъ –агарѣ и желатинѣ, такъ (особенно хорошо) и въ жидкихъ –у шаровъ, растущихъ на боковыхъ стѣнкахъ сосуда. Оно существенно обусловливаетъ своеобразный обликъ культуръ лучистыхъ грибковъ (рис. 44—46).

На поверхности агара образуется изъ мицелія округлая или неправильно очерченная, толстая, очень плотная пленка или корка, куски которой съ трудомъ отдѣляются иглой вмѣстѣ съ кусочками агара. Сверху она совершенно гладкая или съ очень небольшими возвышеньицами и пологими бугорками и вообще, оченьмало возвышается надъ поверхностью агара (рис. 48, 49). Сверху она, начиная отъ центра, густо и обильно покрывается бѣлымъ порошкомъ конидій; снизу же она желтоватаго и до оранжево-буроватаго цвѣта, — чѣмъ старше культура и суше агаръ, тѣмъ ея окраска сильнѣе. Цвѣтъ агара въ культурѣ не измѣняется. Только въ одной (изъ нѣсколькихъ десятковъ) агаровой (*И.А.*) культурѣ, я наблюдалъ образованіе темныхъ красно-бурыхъ шаровъ мицелія, около которыхъ и агаръ также на небольшомъ протяженіи былъ окрашенъ въ свѣтлый красно-бурый цвѣтъ.

При посѣвѣ царапиной на косомъ агарѣ развивается точно такая-же толстая пленка, постепенно покрывающая большую часть поверхности субстрата. Въ конденсаціонной водѣ агара развиваются небольшіе прозрачные хлопья мицелія.

Въ *Щ.М.П.Б.*—сначала на днѣ появляются правильные, безцвѣтные и прозрачные лучистые шарики мицелія. Мало-по-малу весь бульонъ до верху заполняется нѣжными хлопьями мицелія, принимающими тогда уже неправильныя очертанія (рис. 47). Выходя на поверхность бульона, эти хлопья и шары покрываются скоро бѣлымъ налетомъ воздушныхъ конидій; соединяясь и разростаясь далѣе, на поверхности бульона они превращаются въ толстую и плотную плавучую пленку, подобную пленкѣ въ желатиновыхъ культурахъ. Лежащіе на днѣ и около дна шары современемъ становятся плотнѣе, желтоватаго и, наконецъ, желто-бураго цвѣта. Бульонъ прозраченъ, цвѣта своего не мѣняетъ.

Въ *молокѣ*, послѣ посѣва конидій, наблюдаются слѣдующія измѣненія. Казеинъ выпадаетъ очень мелкими нѣжными хлопьями, затѣмъ растворяется и молоко постепенно съ поверхности вглубь превращается въ почти прозрачную, съ небольшой лишь красноватой опалесценціей, жидкость, на поверхности которой развивается со временемъ весьма плотная, толстая и складчатая пленка, обильно покрытая сверху бѣлымъ порошкомъ конидій. Жидкость имѣетъ ясно щелочную реакцію. На днѣ, даже въ очень старыхъ культурахъ, всегда остается, хотя и незначительный, остатокъ казеина.

Digitized by Google

Культуры на *картофель* легко удаются и всегда обильны. Вначалѣ, вдоль черты посѣва и въ другихъ мѣстахъ, куда упали конидіи, появляются маленькіе желтоватые шарики, бородавочки или кучки таковыхъ, рѣзко очерченныя и постепенно возвышающіяся надъ субстратомъ. На чертѣ посѣва ихъ развивается больше; онѣ здѣсь гуще скучены, давятъ другъ на друга и, разростаясь, даютъ бугорчатые аггрегаты, похожіе на головки цвѣтной капусты, только тусклаго желтоватаго или желтаго цвѣта (таб. XIII, рис. 56). Поверхность этихъ бугорковъ и бородавочекъ скоро покрывается, всегда начиная со средины, съ самой возвышенной и сухой части культуры, бѣлымъ порошкомъ конидій [1]). Самъ картофель въ культурѣ постепенно темнѣетъ, окрашиваясь сначала въ свѣтло-бурый, потомъ въ густой темно-бурый цвѣтъ, на фонѣ котораго рѣзко выступаетъ культура грибка.

Отношеніе къ *кислороду*. Аэробъ. Чѣмъ болѣе затрудненъ доступъ кислорода воздуха, тѣмъ медленнѣе идетъ развитіе, которое наблюдается, однако, даже при очень маломъ количествѣ кислорода; при полномъ же его отсутствіи—въ моихъ опытахъ развитія не наблюдалось.

Химическія особенности. A. albus разлагаетъ бѣлковыя вещества съ обильнымъ выдѣленіемъ NH_3 и H_2S (ср. таб. X, рис. 43). Въ старыхъ культурахъ на пептонъ-агарѣ и пептонъ-желатинѣ, въ поверхностныхъ пленкахъ, образованныхъ густо переплетенными гифами, отлагается въ очень большомъ количествѣ *углекислый кальцій*, то въ видѣ отдѣльныхъ крупныхъ кристалловъ, лучистыхъ кристаллическихъ сростковъ, массивныхъ друзъ (80 μ. и болѣе) (таб. XII, рис. 50), то въ формѣ сферическихъ или продолговатыхъ аггрегатовъ игольчатыхъ кристалликовъ (рис. 51). Капля сѣрной кислоты превращаетъ ихъ на глазахъ въ игольчатые аггрегаты $CaSO_4$, при обильномъ выдѣленіи CO_2.

Особо интересное явленіе обнаружила одна старая ($7^1/_2$ мѣсяцевъ) культура уколомъ на пептонъ (1%)—агарѣ (1%), приготовленномъ на искусственной морской водѣ (3,4% солей). Верхняя поверхность агара въ этой культурѣ, на одинъ миллиметръ вглубь, была красиваго темно-фіолетоваго цвѣта, а въ лупу замѣтны были тамъ темные кристаллическіе сростки. Подъ микроскопомъ оказалось слѣдующее: агаръ и мицелій грибка были не окрашены и имѣли обыкновенный видъ, окраска же обусловливалась исключительно крупными кристаллическими сростками $CaCO_3$, окрашенными пигментомъ въ фіолетовый цвѣтъ (рис. 52). Густота окраски варіировала отъ слабо-фіолетовой до густо-фіолетовой; попадались также кри-

[1]) Относительно близкой формы, *Actinomyces chromogenes*, находимъ противоположное показаніе у Лемана (Lehmann, l. c., p. 432): „Die Bildung von kreidig aussehenden Lufthyphen begann bei uns stets am Rande".

Digitized by Google

сталлы и совершенно безцвѣтные. Ясно было, что фіолетовый пигментъ является лишь примѣсью къ углекислому кальцію [1]).

Кромѣ образованія $CaCO_3$, заслуживаетъ полнаго вниманія еще выдѣленіе на поверхности гифъ мицелія *A. albus* обильнаго осадка *гидрата окиси желѣза* изъ циркулирующихъ около него соединеній закиси этого металла.

Я замѣтилъ впервые это явленіе въ одной культурѣ, устроенной такъ: сѣрая грязь была облита дестиллированной водой, стерилизована и засѣяна конидіями *A. albus*. На поверхности грязи изъ конидій развились нѣжные шары-мицеліи этого грибка, блѣднаго желто-буроватаго цвѣта (таб. XIII, рис. 53). Такіе же шары, но въ меньшемъ количествѣ и слабѣе развитые, появились также на стѣнкахъ пробирки. Чѣмъ выше росли шары-мицеліи, тѣмъ они были блѣднѣе, а верхніе — совсѣмъ безцвѣтные. Подъ микроскопомъ оказалось, что мицелій желтыхъ шаровъ покрытъ чрезвычайно мелкимъ зернистымъ осадкомъ гидрата окиси желѣза. Чѣмъ старше были гифы, тѣмъ темнѣе и толще были онѣ отъ покрывающаго ихъ слоя желѣза (таб. XIV, рис. 61). По этому поводу я нашелъ впослѣдствіи только одно и то бѣглое указаніе у Масé [2]). Вотъ что говоритъ онъ объ *A. chromogenes*: „Cette espèce, ou d'autres similaires, peuvent déterminer dans certains cas la précipitation du fer que contient l'eau, sous forme d'oxyde de fer, qui se fixe dans (?) la membrane et la teint en brun plus ou moins foncé".

Совершенно такіе же нѣжные мицеліи и такъ же покрытые красно-бурой окисью желѣза, я находилъ также часто въ томъ ржавомъ слоѣ, что появляется на поверхности черной грязи при ея окисленіи и который былъ мною описанъ въ началѣ статьи. Несомнѣнно, что лучистые грибки играютъ нѣкоторую роль въ природѣ при отложеніи гидратовъ окиси желѣза и эту роль отнюдь нельзя игнорировать.

Еще есть одна особенность, характерная, впрочемъ, не только для *A. albus*, но и для большинства сапрофитныхъ лучистыхъ грибковъ—это своеобразный запахъ ихъ культуръ. Запахъ этотъ можно сравнить съ запахомъ свѣже разрытой жирной лѣсной почвы, но иногда, особенно въ старыхъ культурахъ, этотъ запахъ становится уже непріятнымъ—затхлымъ и рѣзкимъ.

---

[1]) Подобные случаи рѣдки. Напомню одинъ. У миксомицета или слизистаго гриба Fuligo varians (Aethalium septicum) плоды покрыты тонкой ломкой коркой, обыкновенно желтаго цвѣта. Эта корка состоитъ изъ очень мелкихъ шариковъ, а шарики — изъ $CaCO_3$+желтый пигментъ. Здѣсь не только пигментъ также связанъ съ $CaCO_3$, но встрѣчаются и тѣ же варіаціи въ окраскѣ: бываютъ, напр., шарики безъ примѣси пигмента и тогда корка имѣетъ не желтый, а чисто бѣлый цвѣтъ. Ср. Г. Надсонъ. О пигментахъ грибовъ. — Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. Отд. ботан. Т. XXI. 1891, стр. 18.

[2]) Масé, E. l. c., p. 1079.

Digitized by Google

Распространеніе въ природѣ. A. albus былъ изолированъ Гасперини изъ воздуха и описанъ имъ сначала подъ именемъ *Streptothrix Foersteri* Cohn.[1]); потомъ его изолировалъ Росси-Доріа изъ земли[2]). Судя по литературнымъ даннымъ, это довольно распространенный мокроорганизмъ, хотя попадается рѣже, нежели близкій видъ, *A. chromogenes* Gasper., встрѣчающійся, какъ въ воздухѣ, такъ и въ водѣ, и въ почвѣ [3]). Въ черномъ илѣ Вейсова озера онъ весьма распространенъ и обыкновененъ.

Широкаго распространенія этого микроорганизма слѣдовало ожидать ужъ a priori—изъ легкости разсѣянія его воздушныхъ конидій, которыя далеко переносятся вѣтромъ и, благодаря своей чрезвычайной легкости, долго остаются взвѣшенными въ атмосферѣ. Въ воздушно-сухомъ состояніи, на поверхности засохшихъ, очень старыхъ агаровыхъ культуръ, конидіи эти долго сохраняютъ жизнеспособность (не менѣе 6-ти мѣсяцевъ).

Второе обстоятельство, весьма способствующее широкому распространенію грибка—это его неприхотливость въ жизненной обстановкѣ. *A. albus* развивается довольно хорошо даже въ одной соленой водѣ изъ Вейсова озера, равно какъ и въ прѣсной, безъ всякой прибавки питательныхъ веществъ.

Принимая теперь во вниманіе, съ одной стороны, широкое распространеніе грибка, съ другой—интенсивное воздѣйствіе его на субстраты, вызываемое имъ разложеніе органическихъ веществъ, особенно разрушеніе бѣлковыхъ веществъ, сопровождаемое обильнымъ образованіемъ H_2S и N_3H,—необходимо признать лучистые грибки (*Actinomycetes*) и въ частности *A. albus* вмѣстѣ съ другими, живущими въ илѣ и мною ниже описанными, новыми видами (*A. verrucosus* и *A. roseolus*) крупными факторами въ дѣлѣ разрушенія органическихъ, преимущественно бѣлковыхъ веществъ подъ водою, а вмѣстѣ съ тѣмъ, стало быть, и въ процессѣ образованія чернаго ила и лѣчебной грязи.

Систематическое положеніе. Actinomyces albus Gasper. и *Actinomyces chromogenes* Gasper. настолько близки между собой, что самъ Гасперини склонялся разсматривать обѣ формы, какъ разновидности одного вида *Actinomyces saprophyticus* Gasperini [4]). Леманъ и Нейманъ [5]) считаютъ

[1]) Gasperini, G. Recherches morphologiques et biologiques etc.– Annales de Micrographie. T. II. 1890.

[2]) Rossi Doria, T., l. c., p. 406.

[3]) *A. albus* (=*Streptothrix alba*) и *A. chromogenes* (=*S. chromogena*) являются по Бейеринку очень распространенными микробами почвы. *A. chromogenes* былъ изолированъ Бейеринкомъ также изъ ила рѣки Мааса („*S. chromogena* wurde im Bodenschlam der Maas vor Kralingen unter 3 m. Wassertiefe gefunden". M. W. Beijerinck. Ueber Chinonbildung durch *Streptothrix chromogena* und Lebensweise dieses Mikroben.– Centralblatt für Bakteriologie. II Abth. Bd. VI. 1900. p. 4). Другихъ указаній на распространеніе и роль лучистыхъ грибковъ въ илѣ и подводныхъ осадкахъ мнѣ не извѣстно.

[4]) Gasperini, G. Richerche morfologiche e biologiche sul genere Actinomyces Harz. l. c., p. 226.

[5]) См. выше синонимику, стр. 55.

Digitized by Google

нашъ грибокъ разновидностью *A. chromogenes* (*A. chromogenes* Gasper. β. *alba* L. et N.). И Гаспериии и Росси-Доріа [1]) указывали, что иногда *A. albus* окрашиваетъ въ культурахъ субстратъ въ темный цвѣтъ, подобно *A. chromogenes*. Одинъ такой случай внезапнаго появленія окрашенныхъ культуръ наблюдалъ и я и упомянулъ о немъ выше. Тѣмъ не менѣе, считая эти двѣ формы, дѣйствительно, близко родственными, я предпочитаю пока, до окончательнаго выясненія ихъ отношеній, что возможно лишь путемъ систематическаго сравнительнаго изученія обѣихъ формъ, считать *A. albus* за отдѣльный видъ.

Другой вопросъ, болѣе широкій и важный — это вопросъ о систематическомъ положеніи всей группы лучистыхъ грибковъ (*Actinomycetes*). Все, что извѣстно объ ихъ строеніи и развитіи, заставляетъ признать ихъ настоящими грибами — *Eu-mycetes* Брефельда. Они имѣютъ настоящій мицелій, правда, очень тонкій и нѣжный, но, тѣмъ не менѣе, хорошо развитый и обильно вѣтвистый. Мицелій безъ поперечныхъ перегородокъ, *одноклѣтный*. Размноженіе происходитъ оидіями, называемыми обыкновенно, какъ сказано, воздушными конидіями. Отъ бактерій эти микроорганизмы весьма отличаются какъ организаціей, такъ и видомъ культуръ. Напр., отъ такихъ формъ, какъ *Cladothrix*, съ которыми ихъ часто смѣшивали и путаютъ подчасъ до сихъ поръ [2]), они рѣзко отличаются — во-первыхъ, *„настоящимъ“* вѣтвленіемъ мицелія, во-вторыхъ, отсутствіемъ *влагалища* и *подвижныхъ гонидій*, свойственныхъ этой бактеріи, стало быть—и строеніемъ и исторіей развитія. Сравнивать съ ними другія, развѣтвленныя формы бактерій также нельзя.

Напр., вѣтвистыя формы бактерій туберкулеза и дифтеріи, давшія поводъ Леману и Нейману [3]), совершенно неосновательно, выдѣлить возбудителей этихъ болѣзней въ особые роды *Mycobacterium* и *Corynebacterium*, въ сущности,—какъ на это указывалъ, къ сожалѣнію безуспѣшно, еще въ 1897 г. А. Фишеръ [4])—не что иное, какъ *involюціонныя* формы, которыя никоимъ образомъ нельзя приравнивать типичному мицелію лучистыхъ грибковъ, а потому и предложенное Леманомъ [5]) соединеніе двухъ упомянутыхъ „родовъ“ вмѣстѣ съ *Actinomyces* въ одну группу—*Actinomycetes* совершенно не выдерживаетъ критики.

Теперь, по поводу другихъ родовыхъ названій этихъ грибковъ—*Streptothrix*, *Oospora* и *Discomyces*. Первое было предложено Ф. Кономъ,

---

[1]) См. указанныя на стр. 55 сочиненія.

[2]) Даже Масе, напр., въ послѣднемъ изданіи своего капитальнаго курса бактеріологіи (Macé, E. Traité de Bactériologie. 4 edit. 1901) описываетъ лучистые грибки подъ именемъ *Cladothrix*

[3]) Lehmann & Neumann, l. c., p. 114 и 364.

[4]) A. Fischer, l. c., p. 26-7.

[5]) Lehmann, K. & Neumann, R., l. c, p. 114, 364.

Digitized by Google

но неудачно, такъ какъ оказалось, что этимъ именемъ Корда [1]) раньше назвалъ совсѣмъ другіе плѣсневые грибки. Соважо и Радэ [2]) предложили отнести эти микроорганизмы къ роду грибковъ *Oospora* Wallr.,—и, по моему мнѣнію, также весьма неудачно. Сходство тутъ самое поверхностное, а несомнѣнное и существенное отличіе въ томъ, что у *Oospora* мицелій *септированъ*, т. е. раздѣленъ поперечными перегородками на клѣтки, а у *Actinomyces* онъ *несептированъ*, одноклѣтенъ [3]). Да, кромѣ того, и самый родъ *Oospora* установленъ въ микологіи крайне шатко, разношерстъ по составу и весьма нуждается въ переработкѣ [4]). Наконецъ, родовое названіе *Discomyces*, предложенное Ривольта [5]), также крайне неудачно: эти микроорганизмы ничего общаго не имѣютъ съ грибами, извѣстными въ микологіи подъ именемъ *Discomycetes*.

Такимъ образомъ остается родовое названіе—*Actinomyces*, предложенное въ 1877 г. Гарцемъ [6]); ему слѣдуетъ, несомнѣнно, отдать предпочтеніе, тѣмъ болѣе, что оно удачно характеризуетъ типичную морфологическую особенность—лучистость при ростѣ.

Что касается до того, куда, т. е. въ какую группу грибовъ отнести родъ *Actinomyces*, то очень многіе изслѣдователи (Соважо и Радэ, Лахнеръ-Сандоваль, Леманъ и Нейманъ и др. [7]) относятъ его въ группу такъ назыв. „*Hyphomycetes*“. Это и не точно, и весьма мало подвигаетъ вопросъ. Дѣло въ томъ, что „*Hyphomycetes*“ есть сборная и неестественная группа,—сюда относятъ ботаники всевозможные грибы, мѣсто которыхъ въ системѣ пока невозможно опредѣлить, грибы, которые недостаточно извѣстны и называются поэтому—*Fungi imperfecti*. Это провизорная группа. Кромѣ того—это особо слѣдуетъ замѣтить — „*Hyphomycetes*“ обладаютъ септированнымъ мицеліемъ [8]).

---

[1]) О родѣ *Streptothrix* Corda см. Engler & Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Theil, 1. Abtheilung. 1900, p. 463.

[2]) Sauvageau, C. & Radais, M., l. c., p. 244.

[3]) Соважо и Радэ знали это, но отнеслись къ этому важнѣйшему (значеніе его общепризнано въ микологіи) признаку непонятно легкомысленно (l. c., p. 265).

[4]) Вотъ что между прочимъ говоритъ объ этомъ Линдау (G. Lindau), обработавшій группу „*Hyphomycetes*“ въ капитальномъ сочиненіи: Engler & Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Theil, I. Abtheilung. 1900, p. 424: „Die gattung Oospora bedarf einer gründlichen Bearbeitung, denn es ist klar, dass sie aus ganz heterogenen Elementen zusammengesetzt wird“.

[5]) Rivolta, Sul cosi detto mal rospo della Trutta e sull' *Actinomyces bovis* di Harz. 1878 (Цитирую по P. Saccardo, Sylloge Fungorum. T. 8. p. 927).

[6]) Harz. *Actinomyces bovis* ein neuer Schimmel in den Geweben des Rindes.—Jahresber. der Thierarzneischule zu München. 1877—1878. (Цитирую по Lachner-Sandoval, V., l. c., p. 56).

[7]) См. указанныя на стр. 55 сочиненія.

[8]) Ср. G. Lindau, l. c., p. 415.

Digitized by Google

Въ концѣ концовъ, приходимъ къ выводу, что *Actinomycetes* есть *особая* группа грибовъ, *стоящая совершенно особнякомъ*, пока не будутъ найдены новые факты касательно исторіи ихъ развитія.

XII.

Actinomyces verrucosus Nads. nov. sp.

Нахожденіе. Выдѣленъ изъ воды у дна воронки Вейсова озера, на глубинѣ $8^3/_4$ сажен.; вода содержала взмученную примѣсь чернаго ила.

Строеніе и *развитіе* то же, что у *A. albus*. Такой же мицелій, такія же воздушныя конидіи. Только мицелій сплетается въ болѣе плотные клубки, а конидіи всегда образуются и медленнѣе, и скуднѣе, чѣмъ у *A. albus*. Онъ близокъ, съ одной стороны, къ этому лучистому грибку, съ другой—къ *A. albido-flavus* Rossi-Doria [1]). *Культуры* его, однако, представляютъ постоянные отличительные признаки, заставляющіе выдѣлить его въ особый видъ.

Въ *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.* изъ конидій развиваются лучистые шары мицелія (псевдо-колоніи), въ общемъ похожіе на таковые у *A. albus*, но нѣсколько плотнѣе и потому темнѣе; ихъ болѣе свѣтлая и прозрачная периферическая часть никогда не разростается такъ сильно, какъ у *A. albus* (Ср. таб. XIII, рис. 54; культура въ *П. А.*). Они медленнѣе разростаются и, достигая поверхности желатины, покрываются *скуднымъ* бѣлымъ налетомъ конидій. Въ укольныхъ желатиновыхъ культурахъ, вдоль укола, особенно въ верхней части, развиваются скопленія такихъ же шариковъ. Желатина разжижается, но еще медленнѣе, чѣмъ у *A. albus*. Цвѣтъ ея не мѣняется.

Культуры на *П. А.*, *Щ. М. П. А.* и *П. С. А.* — самыя характерныя. По уколу развитіе похоже на то, какъ въ соотвѣтствующихъ культурахъ *A. albus*,—различіе обусловливается лишь инымъ характеромъ лучистыхъ шаровъ мицелія (рис. 54, 55); зато, развивающіяся на поверхности агара части культуры существенно отличаются. Около мѣста укола появляются отдѣльные бугорки, на подобіе маленькихъ бородавочекъ (отсюда и названіе—*A. verrucosus*), блѣдно-желтаго цвѣта, очень упругіе и плотные, какъ бы хрящевой консистенціи, плотно вросшіе въ агаръ. Развиваясь и разростаясь, они сливаются въ *бугристую* пленку. Иногда всѣ бугорки почти одинаковой величины и располагаются на поверхности агара красивыми концентрическими рядами (таб. XIV, рис. 57). Въ другихъ случаяхъ, они не одина-

[1]) Rossi Doria, T., l. c., p. 408. См. также Lachner-Sandoval, V., l. c., p. 23.

Digitized by Google

ковой величины—одни больше, другіе меньше и нагромождены въ кучку (рис. 58). Начиная съ верхушки, бугорки медленно покрываются скуднымъ бѣлымъ налетомъ воздушныхъ конидій. Въ культурахъ царапиной (штрихомъ), вдоль послѣдней, развивается возвышенное скопленіе, гряда такихъ же бугорковъ-бородавочекъ, упругихъ и желтоватыхъ (рис. 59). Любопытенъ былъ одинъ случай культуры на $1^1/_2$ % агарѣ (на дестиллированной водѣ, безъ прибавки какихъ-либо питат. веществъ). При подсыханіи ея, на боковой поверхности агара, отставшаго отъ стекла въ пробиркѣ, мицелій выступилъ изъ субстрата и образовалъ красивыя бѣлыя концентрическія кольца воздушныхъ конидій (рис. 60). Этотъ случай, кромѣ того, хорошо иллюстрируетъ важное значеніе кислорода для образованія этихъ органовъ размноженія.—Въ конденсаціонной водѣ агара развиваются маленькіе шарики мицелія, которые послѣ высыханія воды садятся на агаръ и выростаютъ въ бугорки, покрывающіеся на верхушкѣ бѣлымъ порошкомъ конидій. Агаръ въ культурахъ остается безцвѣтнымъ.

Щ. М. П. Б. На днѣ развиваются маленькіе желтоватые, болѣе плотные и тяжелые, чѣмъ у *A. albus*, шарики мицелія, соединяющіеся потомъ въ болѣе крупные аггрегаты. Бульонъ прозраченъ, цвѣта своего не мѣняетъ.

Молоко. Развитіе того же типа, что у *A. albus*. Молоко превращается въ прозрачную желтую жидкость съ сильно щелочной реакціей (NH_3).

Картофель. Культуры не были получены, несмотря на многократныя попытки [1]).

Отношеніе къ *кислороду* то же, что у *A. albus*.

Химическія особенности. Бѣлковыя вещества *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.* разлагаются съ обильнымъ выдѣленіемъ H_2S и NH_3, при этомъ выпадаетъ осадокъ $CaCO_3$. Особенно обильное отложеніе кристаллической углекальціевой соли наблюдалось въ культурѣ—*П. А.* на искусственной морской водѣ.

Actinomyces roseolus Nads. nov. sp.

Нахожденіе. Былъ изолированъ изъ ила со дна воронки Вейсова озера.

Строеніе и *развитіе*—то же, что у двухъ вышеописанныхъ лучистыхъ грибковъ; тѣ же размѣры мицелія и конидій. Старыя культуры богаты разнообразными involюціонными формами, при чемъ и здѣсь involюціи могутъ подвергаться какъ мицелій, такъ и конидіи. При этомъ вѣтки мицелія нерѣдко превращаются въ грушевидные, булавообразные

[1]) Это тѣмъ болѣе примѣчательно, что совершенно при тѣхъ же условіяхъ *A. albus* даетъ превосходныя культуры.

Digitized by Google

или колбовидные отростки (таб. IX, рис. 39) или же становятся ненормально толстыми и извилистыми. Инволюція конидій сопряжена также съ увеличеніемъ ихъ размѣровъ: изъ правильныхъ, коротко эллиптическихъ (0,75 μ × 1,25 μ), онѣ превращаются въ крупные шары (2,5 μ. въ діаметрѣ) или въ овальныя, продолговатыя, иногда слегка изогнутыя клѣтки (рис. 39). Инволюціонныя формы отличаются еще тѣмъ, что сильнѣе блестятъ, что, повидимому, зависитъ отъ большей толщины ихъ оболочекъ.

При разливкахъ въ чашкахъ Петри *Щ. М. П. Ж.*, можно прослѣдить шагъ за шагомъ развитіе изъ конидіи лучистаго шара мицелія (псевдо-колоніи). Такіе мицеліи имѣютъ сначала видъ очень нѣжныхъ хлопьевъ, но черезъ нѣсколько дней принимаютъ характерную форму: центръ болѣе темный, непрозрачный, желтоватый, какъ бы зернышко— это плотный клубокъ гифъ; отъ него во всѣ стороны отходятъ лучами нѣжныя гифы, образуя какъ бы ореолъ, который тѣмъ свѣтлѣе и прозрачнѣе, чѣмъ ближе къ периферіи (таб. XV, рис. 62). Таковы глубинные мицеліи. Выходя на поверхность, они скоро покрываются бѣлымъ налетомъ воздушныхъ конидій, которыя образуются изъ выходящихъ на воздухъ гифъ. Болѣе старые и крупные мицеліи покрываются на воздушной поверхности красивыми концентрическими кольцами конидій, подобно тому, какъ это было описано мною раньше у двухъ другихъ лучистыхъ грибковъ.

Въ культурахъ уколомъ въ *П. Ж.* и *Щ. М. П. Ж.*, вдоль укола развиваются сѣровато-желтоватые шарики мицелія, болѣе компактные и менѣе прозрачные, чѣмъ у *A. albus*,—подобно тому, какъ у *A. verrucosus*. Чѣмъ глубже, тѣмъ ихъ меньше и они менѣе развиты. На поверхности желатины около укола развивается болѣе или менѣе толстая, но нехарактерная, желтоватая пленка. Разжиженіе желатины начинается, какъ и у двухъ другихъ лучистыхъ грибковъ, поздно и идетъ иногда быстро, иногда медленно, но, въ концѣ концовъ, однако, вся желатина разжижается; при этомъ она остается совершенно прозрачной и цвѣта своего не мѣняетъ. На днѣ ея скопляются прозрачные хлопья и желтоватыя пленки мицелія.

Культуры на *П. А.*, *Щ. М. П. А.* и *П. С. А.* являются и у этого грибка самыми характерными. Въ культурахъ уколомъ, вдоль послѣдняго, развиваются маленькіе желтовато-сѣроватые зернышки—шарики мицелія, имѣющіе только что описанное мною строеніе. Тамъ, гдѣ появляется ихъ много близко другъ около друга, они разростаются больше въ ширину т. е. въ стороны отъ укола, чѣмъ вдоль, по его направленію. То же всегда наблюдалось и въ культурахъ другихъ мною изслѣдованныхъ лучистыхъ грибковъ (см. соотвѣтствующіе рисунки). Такъ какъ, помимо этого, въ верхнихъ частяхъ укола развитіе всегда сильнѣе идетъ, чѣмъ въ глубинѣ, то культура получаетъ видъ, свойственный вообще аэробнымъ формамъ— елочки, обращенной вершиной внизъ (рис. 63).

Digitized by Google

Характерной, однако, является культура не въ глубинѣ, а на поверхности агара. Здѣсь, около укола появляются пологіе бугорки, очень скоро сливающіеся въ сплошную довольно толстую, но *нѣжную и мягкую* пленку или корку. Корка эта желтоватаго цвѣта, напоминая не только цвѣтомъ, но и мягко-вязкой консистенціей свѣже-расплавленный воскъ. Она частицами легко снимается иглой и слегка размазывается. Такія свойства рѣзко отличаютъ ее отъ плотныхъ кожистыхъ корокъ *A. albus* и особенно *A. verrucosus*, которыя трудно разорвать иглой и отдѣлить отъ агара можно лишь съ частицами послѣдняго. Затѣмъ эта корка, при дальнѣйшемъ ростѣ, становится волнисто-складчатой (рис. 64). Въ старыхъ культурахъ, ея поверхность, покрытая глубокими бороздками и извилинами, напоминаетъ поверхность мозга (рис. 65). Иногда, она даже мѣшковидно вростаетъ мѣстами въ агаръ и тогда ея поверхность, изрытая глубокими бороздами и впадинами, напоминаетъ рельефный планъ какой-нибудь вулканической мѣстности. Вмѣстѣ съ развитіемъ измѣняется и ея цвѣтъ: корка становится розоваго или мясо-краснаго цвѣта различной густоты и оттѣнковъ (рис. 64—65); отсюда и названіе—*Actinomyces roseolus*. Рѣдко культуры сохраняютъ все время свой нѣжно-розовый или красноватый цвѣтъ (рис. 66); еще рѣже, онѣ, развиваясь хорошо, остаются прежняго тусклаго блѣдно-желтоватаго цвѣта („лейко-варіаціи"), обыкновенно же окраска съ возрастомъ темнѣетъ и въ очень старыхъ культурахъ становится грязнаго мясного цвѣта или даже темно-буро-красной. Края корки всегда окрашены слабѣе, чѣмъ ея середина. Въ культурахъ, гдѣ поверхностная корка остается окрашенной въ свѣтлый нѣжно-розовый или красный цвѣтъ, субстратъ-агаръ остается безцвѣтнымъ. При густой же окраскѣ, особенно въ старыхъ культурахъ, и агаръ окрашивается въ красновато-буроватый цвѣтъ, доходя въ нѣкоторыхъ случаяхъ до густого красно-бураго, подобнаго тому, что наблюдается въ старыхъ культурахъ *Proteus vulgaris*; при чемъ, какъ тамъ, такъ и здѣсь окраска распространяется постепенно съ поверхности вглубь агара. Въ одной 7 мѣсячной культурѣ (пептонъ [1%]--агаръ [1%], на искусственной морской водѣ) агаръ сталъ совсѣмъ темнаго коричнево-бураго цвѣта.

Образованіе воздушныхъ конидій начинается сравнительно поздно. Первыя конидіи появляются на вершинахъ (самыхъ сухихъ частяхъ) валиковъ и хребтовъ корки, а затѣмъ постепенно, но довольно медленно, захватываютъ всю ея поверхность. Воздушныя конидіи образуютъ совершенно бѣлый, какъ мука, нѣжный налетъ на коркѣ (рис. 65). По быстротѣ и силѣ образованія конидій, *A. roseolus* уступаетъ *A. albus*, но превосходитъ *A. verrucosus*.

Въ культурахъ царапиной, на агарѣ развивается пленка-корка съ такими же совершенно свойствами, какъ только что описанная (рис. 66).

Digitized by Google

Если конидіи попадутъ въ конденсаціонную воду агара, то тамъ развиваются въ маленькіе шарики мицелія.

Въ *Щ. М. П. Б.* грибокъ развивается подобно *A. verrucosus*: на днѣ появляются блѣдно-желтоватые шарики мицелія, соединяющіеся потомъ въ болѣе крупные аггрегаты. По быстротѣ развитія уступаетъ *A. albus*. Бульонъ остается прозрачнымъ и цвѣта не мѣняетъ.

Въ ***молокѣ*** развивается хорошо. Дѣйствуетъ на него такъ же, какъ *A. albus* (см. выше). На поверхности молока образуется блѣдно-розовая пленка.

На ***картофелѣ***, несмотря на многократные посѣвы, не было получено развитія.

Отношеніе къ ***кислороду*** то же, у *A. albus*.

Химическія особенности. Тѣ же, что выше были указаны для *A. albus* только отложеніе $CaCO_3$ происходитъ въ меньшемъ количествѣ.

Digitized by Google

XIII.

Итакъ, всѣ, описанные мною выше, микроорганизмы могутъ разлагать бѣлковыя вещества съ выдѣленіемъ H_2S и NH_3; въ наибольшей степени этой способностью обладаетъ *Proteus vulgaris*, въ наименьшей *Bacilus salinus*, остальные занимаютъ промежуточныя мѣста.

Теперь умѣстно будетъ сообщить объ этихъ организмахъ еще нѣкоторыя свѣдѣнія, могущія уяснить ихъ роль въ природѣ.

Было указано, что они найлучше развиваются при полномъ доступѣ кислорода воздуха. Безъ кислорода, въ атмосферѣ азота, развитіе всегда идетъ медленнѣе или его нѣтъ совершенно; лучше другихъ развивается въ этихъ условіяхъ *Proteus vulgaris*. При слабомъ доступѣ воздуха—въ пробиркахъ, закрытыхъ тугими каучуковыми колпачками, или при культурѣ въ глубокихъ слояхъ субстрата [1]) (примѣненіе способа Либоріуса), развитіе идетъ уже гораздо быстрѣе и обильнѣе; особенно же существенно при этомъ, что въ такихъ условіяхъ лакмусовыя и свинцовыя бумажки показываютъ наибольшее накопленіе H_2S и NH_3. Если сопоставить этотъ фактъ съ тѣмъ, что микроорганизмамъ этимъ и въ природѣ, на днѣ озера, приходится также жить при затрудненномъ притокѣ кислорода, то онъ пріобрѣтаетъ особый интересъ.

Что пониженіе температуры ослабляетъ энергію развитія—этого слѣдовало ждать ужъ argiori и это было подтверждено опытами. Для того же, чтобы узнать, какъ вліяетъ одновременное пониженіе температуры и прекращеніе доступа кислорода, я оставилъ пробирки, засѣянныя *Proteus vulgaris*, *B. mycoides* и *B. albo-luteum*, въ атмосферѣ азота, при t^0 4—5° *C.* и въ полумракѣ [2]), на одинъ мѣсяцъ. Результатъ былъ таковъ: получилось очень слабое, но несомнѣнное развитіе этихъ микроорганизмовъ.

---

[1]) Субстраты: *П* (1—2%). *Ж.* (5%) и *Щ. М. П. А.*

[2]) Подражая, по мѣрѣ возможности, обстановкѣ на днѣ воронки Вейсова озера зимой; въ соотвѣтствіе съ опытами описанными выше на стр. 30. При указанной t° 4-5° C.—слабо, но развивается также и *Actinomyces albus*.

Digitized by Google

Чтобы опредѣлить, насколько вліяетъ на развитіе нашихъ микробовъ соленая вода—Вейсова озера и морская, были установлены культуры, параллельныя описаннымъ выше, но въ нихъ субстратомъ служилъ:

1) Пептонъ (1%)-агаръ (1%) на искуственной морской водѣ (3,4% солей).

2) „ „ „ „ на водѣ со дна воронки Вейсова озера.

Всѣ эти опыты дали одинаковый результатъ: микроорганизмы на этихъ субстратахъ развиваются хорошо и нормально, т. е. такъ же, какъ на обыкновенномъ *П. А.*, но развитіе всегда идетъ нѣсколько *медленнѣе*, хотя и немногимъ [1]). Отсюда ясно, что эти микроорганизмы приспособились къ жизни въ соленой водѣ, но отнюдь не находятся тамъ въ *найлучшихъ* условіяхъ существованія.

Другой вопросъ, касающійся физіологіи нашихъ микробовъ и представляющій разносторонній интересъ, это вліяніе на ихъ развитіе углеводовъ, именно сахара. Субстратомъ въ опытахъ для рѣшенія этого вопроса служилъ обыкновенный *П. А.*, къ которому было прибавлено 2-3% виноградnаго сахара (*П. С. А.*). Оказалось, что прибавка сахара вліяетъ различно и притомъ противоположно на культуры бактерій и лучистыхъ грибковъ. Бактеріи нѣсколько подавляются въ своемъ развитіи сахаромъ, наоборотъ—лучистые грибки развиваются еще лучше на *П. С. А.*, чѣмъ на обыкновенномъ *П. А.*

Ограничиваясь здѣсь констатированіемъ этого факта и не входя въ его разъясненіе, обращаюсь теперь къ другому вопросу, спеціальному, но особой, въ данномъ случаѣ, важности: къ воздѣйствію изолированныхъ мною микробовъ на сѣрую, окисленную грязь и ея превращенію въ черную грязь.

Существенное значеніе органическихъ веществъ, въ частности пептона, какъ для развитія этихъ микроорганизмовъ, такъ и для самого процесса превращенія сѣрой грязи въ черную, выяснилось уже предшествовавшими опытами съ полной очевидностью и несомнѣнностью (см. выше). Опыты же надъ вліяніемъ отдѣльныхъ видовъ микробовъ производились такимъ образомъ. Въ пробиркахъ, одинаковое приблизительно количество сѣрой сухой измельченной грязи обливалось одинаковымъ же количествомъ 2% раствора пептона на дестиллированной водѣ [2]). Пробирки тщательно стерилизовались [3]), затѣмъ заражались бактеріями или конидіями лучистыхъ грибковъ съ молодыхъ агаровыхъ культуръ; при этомъ бактеріи и грибки вносились платиновой иглой въ самый поверхностный слой грязи. Каждая пробирка заражалась однимъ видомъ микробовъ. Поверхъ ватной

---

[1]) Ср. вліяніе солей на почернѣніе сѣрой грязи, выше стр. 28—29.

[2]) Параллельный рядъ опытовъ былъ установленъ съ 2% растворомъ пептона на соленой водѣ изъ Вейсова озера; о результатахъ—ниже.

[3]) Часть стерилизованныхъ пробирокъ всегда оставлялась для контроля полноты стерилизаціи, вмѣстѣ съ тѣмъ для сравненія съ другими, зараженными.

Digitized by Google

пробки надѣвался бѣлый каучуковый колпачекъ и пробирки ставились въ темный шкафъ; температура была обыкн. комнатн. (ca. 14° R.). Опытъ велся полгода, при чемъ пробирки изслѣдовались часто, время отъ времени.

Всѣ микроорганизмы оказались способными возстановлять сѣрую грязь и превращать ее въ черную, но, въ условіяхъ опыта — далеко не въ одинаковой степени.

Найбольшей силой обладаетъ *Proteus vulgaris*; его культуры и его воздѣйствіе на субстратъ я опишу по этому прежде всего и подробнѣе.

Черезъ нѣсколько дней послѣ посѣва, прозрачный растворъ пептона надъ грязью начинаетъ мутиться и загниваетъ. Вслѣдъ за этимъ, вскорѣ поверхность грязи чернѣетъ; почернѣніе идетъ далѣе и сѣрая грязь постепенно съ поверхности вглубь превращается въ характерную черную.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, надъ поверхностью грязи поднимаются вверхъ темныя облака, жидкость чернѣетъ, чѣмъ дальше тѣмъ выше и становится черной, какъ чернила и совершенно непрозрачной. Причина почернѣнія, какъ грязи, такъ и жидкости надъ ней, кроется въ образованіи чернаго гидрата сѣрнистаго желѣза (таб. XVI, рис. 67). Въ какомъ видѣ находится это соединеніе желѣза въ водѣ, мною было уже разобрано выше (стр. 25).

Въ это же время, на поверхности жидкости, появляется чрезвычайно нѣжная, тонкая и хрупкая плавучая пленка, сначала безцвѣтная и прозрачная, потомъ слабо желтоватая. Такая же пленочка, въ видѣ правильнаго колечка, образуется и на стѣнкахъ пробирки, почти у поверхности воды, на глубинѣ всего нѣсколькихъ миллиметровъ (рис. 67). Узенькое колечко становится современемъ шире и шире и можетъ достигнуть $^1/_2$ сантиметра и болѣе въ ширину. Пленки, какъ сказано, очень хрупки и легко распадаются подъ покровнымъ стеклышкомъ на угловатые кусочки. Это тѣ же пленки, о которыхъ рѣчь была уже выше, при описаніи опытовъ надъ грязью [1]). Было упомянуто тамъ, что ихъ замѣтилъ Егуновъ при изученіи лиманной грязи и нашелъ, что онѣ состоятъ изъ кремнезема и безструктурны.

Ихъ появленіе въ чистыхъ культурахъ, въ строго опредѣленныхъ условіяхъ, само по себѣ является цѣннымъ обстоятельствомъ, кромѣ того, оно дало мнѣ возможность подробнѣе и точнѣе изучить ихъ происхожденіе и строеніе. При микроскопированіи необходимо пользоваться хорошими объективами, напр., апохроматами Цейсса 2 mm. съ соотвѣтствующими компенсаціонными окулярами (№ 8 и 12). Пленки эти, дѣйствительно, какъ показали ихъ химическія реакціи, состоятъ, въ основѣ своей, изъ кремнезема, но онѣ не безструктурны, а имѣютъ особое, весьма любопытное и гораздо болѣе сложное строеніе, чѣмъ предполагалъ Егуновъ.

Пленка состоитъ изъ остова и включеній. Появляющійся вначалѣ остовъ представляетъ чрезвычайно тонкую и нѣжную кремнеземную пленку,

[1]) См. стр. 25.

Digitized by Google

совершенно безцвѣтную и прозрачную. Она слагается вся изъ одного слоя одинаковыхъ мельчайшихъ *шариковъ* или *зернышекъ*, діаметромъ 0,4 μ., тѣсно лежащихъ одинъ возлѣ другого (таб. XVI, рис. 69). По величинѣ и формѣ эти зернышки соотвѣтствуютъ вышеописаннымъ зернышкамъ („granula“) закиси и окиси желѣза.

Эта мелкозернистая или *гранулярная* структура кремнеземной пленки, какъ и гранулярное строеніе коллоидальнаго гидрата закиси желѣза, въ высшей степени напоминаетъ соотвѣтствующую структуру живой протоплазмы.

Еще рѣзче выступаетъ это сходство послѣ окраски пленки Цилевскимъ карболовымъ фуксиномъ, при этомъ зернышки кремнезема окрашиваются въ густой ярко-красный цвѣтъ, подобно тому какъ красятся „granula“ протоплазмы. Они окрашиваются также хорошо метиленовой синькой, но слабѣе чѣмъ фуксиномъ. Эти соотвѣтствія въ микроструктурѣ кремнезема и плазмы представляютъ большой интересъ и вмѣстѣ съ гранулярной структурой коллоидальныхъ гидратовъ окиси и закиси желѣза, о коихъ рѣчь была выше, заслуживаютъ особаго вниманія и изученія [1]).

Со временемъ пленки желтѣютъ и, наконецъ, становятся ржаво-красными или ржаво-бурыми и совершенно непрозрачными, что зависитъ отъ отложенія въ нихъ гидрата окиси желѣза (сравн. рис. 68). Явленіе это можно прослѣдить шагъ за шагомъ, всѣ его стадіи. Здѣсь и тамъ, въ пленкѣ, отдѣльныя зернышки или шарики кремнезема становятся центрами привлеченія и осажденія желѣза; они покрываются сначала очень тонкой, потомъ все болѣе и болѣе толстой коркой желтой окиси желѣза, превращаясь въ крупныя (нѣсколько μ. въ поперечникѣ), округлыя или слегка угловатыя глыбки желѣза (рис. 69, внизу). Здѣсь въ миніатюрѣ и въ элементарной формѣ происходитъ то, что въ болѣе грубой формѣ и въ огромныхъ размѣрахъ замѣчено было не разъ въ природѣ: стяженіе около песчинокъ водной окиси желѣза. Такимъ путемъ возникаютъ отложенія желѣза съ примѣсью кремнезема.

Чаще, однако, центрами притяженія и стяженія, являются въ нашихъ пленкахъ инородныя тѣла, именно бактеріи. На эту роль бактерій указы-

---

[1]) Чтобы не отклоняться отъ темы сочиненія, я не останавливаюсь здѣсь подробнѣе на этомъ интересномъ вопросѣ, которымъ предполагаю заняться впослѣдствіи, упомяну лишь, что Бючли (O. Bütschli. Untersuchungen über Mikrostruktur künstlicher und natürlicher Kieselsaüregallerten. – Verhandlungen des Naturhistorisch-Medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. VI. 1900, p. 287. Съ рис.) описываетъ „ячеистое“ строеніе пленокъ кремнезема. Въ этомъ отношеніи я положительно не могу согласиться съ мнѣніемъ уважаемаго гейдельбергскаго профессора. Я многократно и съ полной очевидностью убѣждался именно въ гранулярномъ строеніи пленокъ. Замѣчу еще, что очень тонкія и прозрачныя пленочки изъ моихъ культуръ являются болѣе удобнымъ объектомъ для изслѣдованія, чѣмъ пленки Бючли.

Digitized by Google

валъ еще Е г у н о в ъ [1]), но какія были бактеріи въ его опытахъ и каково ихъ отношеніе къ процессу осталось невыясненнымъ.

Изслѣдуя блѣдножелтыя пленки, замѣчаемъ въ нихъ тамъ и сямъ, сначала въ незначительномъ, потомъ все въ большемъ и большемъ количествѣ маленькія клѣточки, овальныя, чаще длинныя и изогнутыя, съ неправильнымъ, слегка волнистымъ контуромъ: это involюціонныя формы *Proteus vulgaris*. Онѣ мертвы и фиксація ими желѣза является несомнѣнно не результатомъ ихъ жизнедѣятельности, не физіологическимъ процессомъ, а физическимъ. Онѣ постепенно покрываются снаружи слоемъ ржаво-желтой окиси желѣза (рис. 69, направо и по срединѣ). Вначалѣ этотъ слой очень тонокъ, но, благодаря привлеченію и отложенію новыхъ количествъ желѣза, онъ превращается постепенно въ толстую корку и подконецъ получаются цѣлыя микроскопическія глыбки желѣза, различной формы, темныя и непрозрачныя, такъ что невозможно становится болѣе разглядѣть замурованную внутри ихъ бактерію. Такимъ образомъ, съ теченіемъ времени, съ возрастомъ культуры, желѣзо фиксируется въ пленкахъ все въ большемъ и большемъ количествѣ; пленки становятся толще, непрозрачными, темнаго ржаво-краснаго или бураго цвѣта.

Третья интересная составная часть, найденная мною—это кристаллы углекислаго кальція. Въ пленкахъ, рядомъ съ бактеріями, окружающимися желѣзнымъ покровомъ, встрѣчаются прозрачные блестящіе кристаллики этой соли, чаще сростки ихъ, ×-образные двойники и красивыя друзы (рис. 69, внизу и налѣво вверху). Количество углекислаго кальція также возрастаетъ въ пленкѣ, по мѣрѣ развитія культуры, притомъ обыкновенно параллельно съ увеличеніемъ отложеній желѣза, и такимъ путемъ могутъ получиться весьма крупные кристаллическіе аггрегаты, видимые даже при слабомъ увеличеніи микроскопа.

Итакъ, эти чистыя культуры показываютъ намъ, какъ благодаря *исключительно* жизнедѣятельности бактеріи *Proteus vulgaris* совершается рядъ передвиженій веществъ, происходитъ *миграція* изъ почвы *кремнія*, *желѣза* и *кальція*. Нѣтъ бактерій, нѣтъ и этихъ передвиженій. Незараженный субстратъ сохраняетъ неопредѣленное время свой status quo: онъ мертвъ и потому не измѣняется.

Когда въ старыхъ культурахъ, поднимающійся вверхъ, слой черной жидкости, содержащій сѣроводородъ, достигнетъ пленокъ - онѣ чернѣютъ, конечно, вслѣдствіе превращенія находящейся въ нихъ окиси желѣза въ черный гидратъ сѣрнистаго желѣза.

Какъ бы долго, однако, не продолжался опытъ, никогда не происходитъ въ культурѣ *полнаго* превращенія всей сѣрой грязи въ черную.

---

[1]) См. выше стр. 26.

Digitized by Google

Вполнѣ чернѣетъ съ поверхности вглубь приблизительно лишь $^1/_4$ часть всей грязи, а остальная ея масса становится лишь темно-сѣрой. При перемѣшиваніи, нѣсколько бо̀льшая часть грязи превращается въ черную, но никогда превращеніе не бываетъ полнымъ,—біо-химическіе процессы, вызываемые *Proteus vulgaris*, ясно ограничены предѣломъ. Да это и совершенно понятно. Мы имѣемъ *чистую* культуру *Proteus vulgaris*. Бактерія эта энергично разлагаетъ бѣлки съ выдѣленіемъ H_2S и NH_3, при этомъ раскисляетъ сѣрую грязь и превращаетъ ее въ черную. Въ молодой культурѣ этотъ процессъ идетъ энергично, потомъ все слабѣе и слабѣе и, наконецъ, совсѣмъ останавливается. Зависитъ это отъ накопленія въ окружающей средѣ—въ культурѣ, все въ бо̀льшемъ и бо̀льшемъ количествѣ продуктовъ обмѣна веществъ *Proteus vulgaris*, веществъ, вредныхъ для самой бактеріи. Чѣмъ больше, по мѣрѣ развитія бактеріи, скопляется этихъ продуктовъ, тѣмъ медленнѣе и хуже идетъ ея развитіе и жизнь и, наконецъ, ихъ становится столько, что они совершенно останавливаютъ дальнѣйшее развитіе бактерій и тѣмъ кладутъ предѣлъ обусловливаемымъ ими біо-химическимъ процессамъ. Ослабленіе жизненной энергіи бактерій сказывается не только прогрессивнымъ замедленіемъ процесса почернѣнія грязи, но также и увеличеніемъ количества въ культурѣ больныхъ, вырождающихся, такъ называемыхъ инволюціонныхъ, и, наконецъ, мертвыхъ формъ.

Несомнѣнно, однако, что эта *предѣльность въ чистыхъ культурахъ біохимическихъ процессовъ* вообще и процесса почернѣнія грязи въ данномъ случаѣ отнюдь не можетъ умалить того громаднаго значенія, какое имѣетъ *Proteus vulgaris* при разложеніи бѣлковыхъ веществъ и въ частности въ процессѣ образованія черной грязи въ природѣ. Реакція неполна, но такъ и быть должно въ чистой культурѣ, гдѣ развивается только *одинъ видъ* бактерій. Въ одной изъ моихъ предыдущихъ работъ [1]), я имѣлъ уже случай подчеркнуть, что къ даннымъ, доставляемымъ „чистыми“ культурами необходимо относиться критически, какъ при сужденіяхъ о морфологическихъ особенностяхъ микроорганизмовъ, такъ и при выводѣ заключеній объ ихъ роли въ природѣ.

Въ природѣ—иныя условія, чѣмъ въ чистой культурѣ въ пробиркѣ. Тамъ, если есть только достаточное количество матеріала для образованія H_2S и NH_3, микроорганизмы доводятъ реакцію до конца, превращая сполна сѣрую грязь въ черную—потому, именно, что въ природѣ отсутствуютъ тѣ тормазы, о которыхъ я только что говорилъ. Вредные продукты обмѣна веществъ бактерій не остаются на мѣстѣ и не накопляются: 1) они могутъ и дѣйствительно диффундируютъ прочь, уходятъ изъ сферы біо-химическихъ

---

[1]) Надсонъ, Г. А.: О культурахъ *Dictyostelium mucoroides* Bref. и о чистыхъ культурахъ амебъ вообще.—Ботаническія записки (Scripta Botanica). Вып. XV. 1899.

Digitized by Google

реакцій въ окружающую среду, 2) и это еще существеннѣе, они потребляются на мѣстѣ другими организмами, живущими вмѣстѣ или по близости данной формы.

Переходя къ другой бактеріи — *Bacterium albo-luteum*, я могу быть краткимъ, такъ какъ воздѣйствіе этой формы на субстратъ весьма сходно съ дѣйствіемъ *Proteus vulgaris*,—оно лишь нѣсколько слабѣе. Гніеніе пептона протекаетъ менѣе бурно; въ связи съ этимъ медленнѣе чернѣетъ и грязь, медленнѣе совершается и передвиженіе изъ почвы кремнія, желѣза и кальція. Поверхностныя пленки также образуются (рис. 68) и онѣ совершенно сходны, какъ по образованію, такъ и по строенію съ пленками *Proteus vulgaris*, но только не достигаютъ такой мощности, какъ въ культурахъ этой послѣдней бактеріи.

Слѣдующимъ микробомъ по силѣ реакціи является *Bacillus mycoides* и послѣднимъ *Bacillus salinus*. Они вызываютъ ясное и рѣзкое почернѣніе верхняго слоя грязи на нѣсколько миллиметровъ вглубь. Образованіе поверхностныхъ пленокъ очень слабо или его нѣтъ вовсе. Реакція идетъ медленнѣе и предѣлъ ея наступаетъ скорѣе. Таковы данныя ихъ чистыхъ культуръ. Несомнѣнно, что въ общемъ ходѣ процесса въ природѣ, роль и этихъ двухъ бактерій, способныхъ энергично разрушать бѣлки съ выдѣленіемъ H_2S и NH_3, весьма существенна.

Наконецъ, всѣ 3, изученные мною, лучистые грибка: *Actinomyces albus*, *A. verrucosus* и *A. roseolus* оказались также способными возстановлять сѣрую грязь, превращая поверхностный слой ея изъ сѣраго въ черный. При этомъ происходитъ также передвиженіе изъ почвы вверхъ кальція и желѣза [1]), но такихъ характерныхъ пленокъ, какія получаются въ бактеріальныхъ культурахъ, не появляется. Вообще ходъ процесса и сила почернѣнія грязи въ чистыхъ культурахъ этихъ микроорганизмовъ нѣсколько колеблется (въ зависимости отъ причинъ еще не вполнѣ выясненныхъ) между силою *B. albo-luteum* и силой *B. mycoides*.

Замѣна дестиллированной воды въ этой серіи культуръ водой соленой изъ глубины воронки озера всегда отражается, хотя не сильно, но ясно неблагопріятно, на ходѣ процесса: грязь чернѣетъ медленнѣе и на меньшемъ протяженіи. Это вліяніе солей, которое можно было предвидѣть ужъ a priori, на основаніи предварительныхъ опытовъ культуры на соленомъ П. А., равно какъ и опытовъ, описанныхъ на стр. 24, сказывается въ культурахъ *Proteus vulgaris* и лучистыхъ грибковъ въ меньшей степени, чѣмъ въ культурахъ остальныхъ бактерій. Съ качественной стороны при этомъ ходъ процесса не измѣняется.

Совсѣмъ иное дѣло, если не прибавить къ водѣ пептона. Грязь тогда и

[1]) Объ отложеніи кальція и желѣза въ самомъ мицеліи *A. albus* было сказано выше; см. стр. 60 и слѣд. и рис. на табл. XII—XIV.

Digitized by Google

въ дестиллированной и въ соленой водѣ совершенно не чернѣетъ или наблюдаемъ едва замѣтное потемнѣніе ея поверхностнаго слоя.

Таковы данныя культуръ нашихъ микроорганизмовъ, приводящія еще разъ къ выводу, что *въ процессѣ разрушенія этими микробами бѣлковыхъ веществъ съ образованіемъ H_2S и NH_3 должно видѣть самую существенную часть тѣхъ біо-химическихъ реакцій, результатомъ которыхъ является образованіе чернаго ила и лѣчебной черной грязи.*

XIV.

Есть, однако, кромѣ бѣлковыхъ веществъ еще, одинъ источникъ сѣроводорода и весьма важный, это — *сульфаты* и въ особенности *сѣрнокислый кальцій* или *гипсъ* и *сѣрнокислый магній*.

Извѣстно, что морская вода, въ отличіе отъ прѣсной, бѣдна карбонатомъ кальція, зато сравнительно много содержитъ сульфатовъ — сѣрнокислаго кальція и сѣрнокислаго магнія. Въ началѣ этой статьи мною была приведена таблица химическаго состава воды Вейсова озера. Вода эта также богата сульфатами, а въ глубинѣ воронки насыщена и вѣроятно даже пересыщена гипсомъ [1]).

Извѣстно также, что выдѣленіе H_2S и образованіе чернаго ила въ неизмѣримо большемъ размѣрѣ происходитъ въ соленой водѣ морей и озеръ, нежели въ прѣсной водѣ, бѣдной сульфатами. Далѣе, извѣстно, что, хотя въ моряхъ и океанахъ на громадномъ протяженіи имѣются въ водѣ сульфаты, выдѣленіе H_2S и образованіе чернаго ила происходитъ въ большихъ размѣрахъ лишь тамъ, гдѣ скопляются отмирающія и отмершія растенія и животныя — вообще разлагающіяся органическія вещества. Связь этихъ двухъ обстоятельствъ несомнѣнна. Оче-

---

[1]) Считаю полезнымъ привести здѣсь, кстати, для сравненія съ водой Вейсова озера (см. выше стр. 3), химическій составъ солей, содержащихся въ 1000 частяхъ морской воды. I—по Форхгаммеру для океана (G. Boguslawski, Handbuch der Ozeanographie. Bd. I. 1884. p. 129). II—по Туле для Средиземнаго моря (J. Thoulet, Oceanographie. Paris. 1890. p. 229). Данныя заимствованы мною изъ статьи N. Wille, Ueber die Wanderung der anorganischen Nährstoffe bei den Laminariaceen.—Festschrift für S. Schwendener. 1900. p. 332).

I.		II.	
$NaCl$	26,862 част.	$NaCl$	29,424 част.
$MgCl_2$	3,239 „	KCl	0,505 „
$MgSO_4$	2,196 „	$MgCl_2$	3,219 „
$CaSO_4$	1,350 „	$NaBr$	0,556 „
KCl	0,582 „	$MgSO_4$	2,447 „
Различное	0,071 „	$CaSO_4$	1,357 „
	34,300 част.	$CaCO_3$	0,114 „
		Fe_2O_3	0,003 „
			37,655 част.

Digitized by Google

видно - подъ вліяніемъ этихъ разлагающихся органическихъ веществъ происходитъ возстановленіе сульфатовъ съ образованіемъ на счетъ ихъ сѣры сѣроводорода. Но какъ? Объ этомъ не разъ писали и пишутъ, но явленіе остается мало разъясненнымъ и съ химической и съ микробіологической стороны.

Въ книгахъ и руководствахъ по геологіи, бальнеологіи и микробіологіи, равно какъ и въ различныхъ спеціальныхъ изслѣдованіяхъ, по этому поводу выражаются обыкновенно глухо—такъ: сульфаты возстанавляются дѣйствіемъ на нихъ разлагающихся органическихъ или такъ назыв. битуминозныхъ веществъ [1]). Какія это именно вещества и какъ они дѣйствуютъ неизвѣстно.

Обыкновенно предлагаютъ для объясненія химизма процесса двѣ реакціи.

По первой: сульфатъ возстановляется углеродомъ—получается угольная кислота и соотвѣтствующій сульфидъ или сѣрнистое соединеніе (I)

$$\text{I. } RSO_4 + 2C = 2CO_2 + RS.$$

Далѣе, сульфидъ разлагается водой, содержащей угольную кислоту—получается сѣроводородъ и соотвѣтствующій карбонатъ (II).

$$\text{II. } RS + CO_2 + H_2O = H_2S + RCO_3 \text{ [2])}$$

Вторая реакція заставляетъ сульфатъ возстановляться не углеродомъ, а углеводородомъ, именно болотнымъ газомъ или метаномъ—получается соотвѣтствующій карбонатъ, сѣроводородъ и вода, по формулѣ:

$$RSO_4 + CH_4 = RCO_3 + H_2S + H_2O \text{ [3])}.$$

Какихъ либо, строго обоснованныхъ, *фактическихъ* доказательствъ, что дѣло въ природѣ, въ естественныхъ условіяхъ, происходитъ именно такъ, не было указано. Въ пользу этихъ реакцій приводятъ лишь различныя соображенія, косвенные доводы, иногда остроумные, но тѣмъ не менѣе не доказательные. Все объясненіе вышеприведенными проблематическими реакціями есть *гипотеза,* притомъ маловѣроятная. Но такъ какъ фактъ воздѣйствія разлагающихся органическихъ веществъ на сульфаты съ обра-

---

[1]) См. напр. капитальное руководство химіи Даммера - O. Dammer: Handbuch der anorganischen Chemie. Bd. II, 2. 1894. p. 316. См. также I. Walther: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Th. III. Lithogenesis der Gegenwart. 1894. p. 661, 697 и др.

[2]) Ср. J. Murray and R. Irvine. On the Chemical Changes which take place in het composition of the Sea-Water associated with Blue Muds on the Floor of the Ocean.– Transactions of the R. Society of Edinburgh. Vol. 37. part 2. 1893. p. 496. и J. Murray. On the Deposits of the Black Sea.—The Scottish geographical Magazine. Vol. XVI. 1900. p. 684.

Н. И. Андрусовъ. Нѣкоторые результаты экспедиціи „Черноморца", l. c. стр. 374.

N. Androussow. La mer noire, l. c. p. 7.

[3]) F. Hoppe-Seyler. Ueber Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensaüre.—Zeitshrift für physiologische Chemie. Bd. X. 1886. p. 437.

Ср. также А. А. Иностранцевъ. Геологія. Т. I. 3-е изд. 1899. стр. 50—51.

Digitized by Google

зованіемъ сѣроводорода остается фактомъ, то необходимо найти ему химическое и микробіологическое объясненіе.

Здѣсь будетъ умѣстнымъ привести нѣкоторые мои опыты, могущіе служить для иллюстраціи этого явленія. *Proteus vulgaris* и *Bacillus mycoides* были посѣяны въ 1% растворъ пептона на дестиллированной водѣ [1]). Часть пробирокъ получила прибавку чистаго гипса in substantia въ избыткѣ, другая нѣтъ. Затѣмъ тѣ и другія пробирки, засѣянныя и снабженныя индикаторами—свинцовыми бумажками, были помѣщены въ атмосферу азота (способъ Бухнера). Уже черезъ нѣсколько дней оказалось между ними большое различіе. Сѣроводородъ обильно выдѣлялся во всѣхъ культурахъ, но въ культурахъ съ гипсомъ его выдѣлялось всегда гораздо больше, нежели въ культурахъ безъ гипса. У *Proteus vulgaris* свинцовыя бумажки въ пробиркахъ съ гипсомъ въ 3 раза, а у *B. mycoides* въ 2 раза сильнѣе почернѣли, чѣмъ въ пробиркахъ безъ гипса.

Дальнѣйшіе опыты показали еще: 1) что при полномъ доступѣ воздуха къ культурамъ гипсъ такого вліянія на выдѣленіе H_2S не обнаруживаетъ, 2) что сильное выдѣленіе сѣроводорода въ условіяхъ анаэробіоза и въ присутствіи гипса совершается при сравнительно слабомъ развитіи и разростаніи культуры, сильно уступающемъ развитію на открытомъ воздухѣ. Культуры при доступѣ воздуха, но въ высокихъ слояхъ субстрата показали, что вліяніе гипса тѣмъ сильнѣе проявляется, чѣмъ затруднительнѣе къ культурѣ доступъ кислорода.

Очевидно, что въ чистыхъ анаэробныхъ культурахъ двухъ сапрогенныхъ бактерій—*Proteus vulgaris* и *B. mycoides*, въ присутствіи разлагающагося бѣлковаго вещества, именно пептона, гипсъ возстановляется и даетъ сѣроводородъ.

Теперь намъ понятно также, почему соленая вода Вейсова озера и морская благопріятствуютъ процессу образованія черной грязи, если только онъ протекаетъ безъ доступа кислорода воздуха (см. выше, стр. 28): вода содержитъ сульфаты—сѣрнокислый кальцій и магній, которые возстановляются въ этихъ условіяхъ и даютъ H_2S.

Какъ же происходитъ реакція возстановленія? Я полагаю—*дѣйствіемъ водорода in statu nascendi на сульфатъ*, основываясь прежде всего на фактическихъ данныхъ Петри и Маассена [2]). Эти ученые удостовѣрились опытомъ, что если въ сосудъ, гдѣ образуется водородъ (дѣйствіемъ соляной кислоты на цинкъ), приливать крѣпкій растворъ сѣрнокислаго аммонія, то

---

[1]) Обыкновенный продажный Peptonum siccum содержитъ достаточное въ золѣ количество питательныхъ минеральныхъ веществъ, поэтому прибавлять ихъ еще сверхъ того въ моихъ опытахъ не было надобности.

[2]) R. Petri & A. Maassen. Beiträge zur Biologie der krankheitserregenden Bakterien insbesondere uber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufs. — Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd, VIII. 1893. p. 352.

Digitized by Google

выдѣляющійся водородъ сильно чернитъ свинцовую бумажку. Ясно, что водородъ in statu nascendi востановляетъ сѣрнокислый аммоній съ образованіемъ сѣроводорода [1]).

На растворы другихъ сульфатовъ, въ томъ числѣ и гипса, водородъ такого дѣйствія не обнаруживалъ. Но, нужно принять во вниманіе, что при гніеніи выдѣляются CO_2 и NH_3, образующіе углеамміачную соль, послѣдняя же, вступая въ обмѣнную реакцію съ гипсомъ, даетъ углекальціевую соль и сѣрнокислый аммоній. Такимъ образомъ гипсъ все таки вовлекается въ реакцію и служитъ источникомъ сѣроводорода.

Если сульфаты, дѣйствительно, возстановляются водородомъ in statu nascendi, то теперь возникаетъ второй вопросъ: образуется-ли водородъ—въ природѣ, въ естественныхъ условіяхъ процесса. Образуется и въ большомъ количествѣ. Источниками его являются біо-химическіе процессы разрушенія органическаго вещества. Во-первыхъ—гніеніе бѣлковыхъ веществъ, вызываемое *Proteus vulgaris* и другими сапрогенными бактеріями [2]). Что при гніеніи бѣлковъ выдѣляется водородъ—это доказано [3]). Во-вторыхъ—еще болѣе существенныхъ источникомъ водорода является водородное броженіе клѣтчатки. В. А. Омелянскій показалъ, что при этомъ процессѣ, вызываемомъ бактеріей *Bacillus fermentationis cellulosae*, образуется въ большомъ количествѣ водородъ и угольная кислота [4]).

Итакъ, *фактъ возстановленія разлагающимися органическими веществами сульфатовъ съ выдѣленіемъ H_2S можетъ быть объясненъ дѣйствіемъ на сульфаты водорода in statu nascendi, образующагося при гніеніи бѣлковъ и броженіи клѣтчатки.*

Такое объясненіе является, по меньшей мѣрѣ, найболѣе вѣроятнымъ и найболѣе соотвѣтствующимъ фактическимъ обстоятельствмаъ дѣла. Съ нимъ хорошо согласуются и результаты моихъ, только что описанныхъ, опытовъ надъ вліяніемъ прибавки гипса къ культурамъ: найбольшее выдѣленіе H_2S наблюдается при полномъ отсутствіи кислорода воздуха, т. е. при найбольшей защищенности выдѣляемаго водорода.

---

[1]) Что водородъ, въ моментъ освобожденія, дѣйствительно возстановляетъ сѣрную кислоту съ образованіемъ сѣроводорода, объ этомъ свидѣтельствуетъ и Даммеръ въ своемъ извѣстномъ руководствѣ химіи (O. Dammer. Handbuch der anorganischen Chemie. Bd. I. 1882. p. 644). Реакція идетъ по уравненію:

$$H_2SO_4 + 4\ H_2 = H_2S + 4\ H_2O.$$

То же утверждаетъ и Эрдманъ (Erdmann, H. Lehrbuch der anorganischen Chemie. 1898. 279).

[2]) Что гніеніе, вызываемое *Proteus vulgaris*, сопровождается выдѣленіемъ водорода, см. Macé, Traite, l. c. p. 973; Lehmann & Neumann, l. c. 1896. p. 246.

[3]) Ср. Macé, Traité. l. c. p. 88; Lehmann & Neumann, l. c. p. 77 и другія подробныя руководства по микробіологіи.

[4]) В. Омелянскій. О водородномъ броженіи целлюлезы.—Архивъ біологическихъ наукъ. Т. VII. 1899. стр. 423.

Digitized by Google

Во всякомъ случаѣ, совершенно ясно, что разбираемый процессъ возстановленія сульфатовъ и образованія H_2S есть результатъ *не непосредственнаго* воздѣйствія бактерій на сульфаты, а лишь косвеннаго вліянія: реакція происходитъ въ силу химической необходимости взаимодѣйствія между растворенными въ водѣ сульфатами и водородомъ, продуктомъ жизнедѣятельности бактерій [1]).

Но, есть возможность образованія сѣроводорода изъ сульфатовъ и прямымъ воздѣйствіемъ на нихъ одной особой бактеріи. Эта бактерія была открыта и изслѣдована Бейеринкомъ [2]) и названа имъ *Spirillum desulfuricans*. Что она можетъ разлагать сульфаты съ образованіемъ H_2S, въ этомъ нѣтъ повода сомнѣваться послѣ работы Бейеринка. Строеніе и развитіе ея, однако, равно какъ и распространеніе въ природѣ еще недостаточно разслѣдованы. Какова доля ея участія въ „сѣроводородномъ броженіи", совершенно неизвѣстно. Что въ *нѣкоторыхъ случаяхъ* она можетъ играть большую роль — это вѣроятно. Но если принять во вниманіе, съ одной стороны, что бактерія эта строго (облигатно) анаэробна и дѣйствуетъ на сульфаты лишь тогда, когда въ окружающей средѣ органическія вещества находятся въ очень незначительномъ, *ничтожномъ* количествѣ [3]), а, съ другой — что въ природѣ особо сильное выдѣленіе сѣроводорода происходитъ какъ разъ тамъ, гдѣ сульфаты соленой воды приходятъ въ соприкосновеніе съ *громаднымъ* количествомъ разлагающагося органическаго вещества, то пока роль этой бактеріи въ природѣ, въ общемъ ходѣ процессовъ „сѣроводороднаго броженія", не можетъ считаться особо существенной, а лишь второстепенной.

---

[1]) Мнѣніе Н. Д Зелинскаго (О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и т. д.—Журн. Р. Физико-Химич. Общ. Т. 25. 1893. стр. 302-3) о томъ, что живущіе въ Черномъ морѣ и образующіе H_2S микробы питаются главнымъ образомъ клѣтчаткой растеній, „дыша на счетъ кислорода сѣру содержащихъ солей" — не имѣетъ подъ собой никакой фактической подкладки.

О способѣ образованія H_2S изъ различныхъ, содержащихъ сѣру, соединеній ср., кромѣ выше указанныхъ работъ Petri & Maassen, l. c. и M. Morris, l. c. (на стр. 45), еще:

Rubner, Ueber den Modus der Schwefelwasserstoffbildung bei Bacterien.—Archiv für Hygiene. Bd. XVI. 1893. p. 53.

„ Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bacterien.—Ibid. p. 78.

Beijerinck, M. W. Schwefelwasserstoffbildung in den Stadtgräben und Aufstellung der Gattung Aërobacter.—Centralblatt für Bakteriologie. 2-e Abth. Bd. VI. 1900. № 7.

R. Petri & A. Maassen. Weitere Beiträge zur Schwefelwasserstoffbildung aërober Bacterien und kurze Angaben über Merkaptanbildung derselben.—Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. VIII. 1893.p. 490.

[2]) Beyerinck, M. W. Ueber *Spirillum desulfuricans* als Ursache von Sulfatreduction.—Centralblatt für Bakteriologie. 2-e Abth. Bd. I. 1895, № 1 и сл.—См. также возраженія Бейеринку въ статьѣ: Saltet, R. H. Ueber Reduktion von Sulfaten in Brackwasser durch Bakterien.—Тамъ-же. 2-e Abth. Bd. VI. № 20—21.

[3]) Beyerinck, l. c., p. 51. Ср. также—Beyerinck, Schwefelwasserstoffbildung in den Sladtgräben etc., l. c., p. 195.

Digitized by Google

XV.

Какъ сказано, характерной составной частью чернаго ила и черной лѣчебной грязи является черный коллоидальный гидратъ сѣрнистаго желѣза. О его микроструктурѣ была уже рѣчь. Для его образованія необходимо взаимодѣйствіе соединеній желѣза съ сѣроводородомъ и амміакомъ. Откуда берется сѣроводородъ, я только что разсмотрѣлъ. Теперь долженъ сказать еще объ источникахъ амміака и самого желѣза.

Источникомъ амміака являются, во-первыхъ, бѣлки. Было указано, что всѣ изолированные мною микробы, какъ бактеріи, такъ и лучистые грибки разрушаютъ бѣлки съ обильнымъ выдѣленіемъ амміака. Насколько важна ихъ роль въ этомъ дѣлѣ, могутъ пояснить имѣющіяся въ литературѣ количественныя данныя Э. Маршаля относительно *Bacillus mycoides*, *Proteus vulgaris* и *Streptothrix Foersteri* Gasper. (=*Actinomyces albus* Gasper.) [1]). Наибольшей способностью образовать изъ азотистыхъ органическихъ соединеній, именно бѣлковъ, амміакъ (такъ назыв. процессъ ***аммонизаціи***) обладаетъ первый изъ этихъ микробовъ: 46 % „органическаго“ азота превращается имъ въ амміакъ (продолжительность этого опыта Маршаля была 20 дней; t°=30°C.; при полномъ доступѣ воздуха). Въ этомъ отношеніи *B. mycoides* стоитъ во главѣ всѣхъ изслѣдованныхъ Маршалемъ микробовъ. *Proteus vulgaris* превращаетъ въ амміакъ 36 %, *Streptothrix Foersteri*—20,6 % органическаго азота.

Есть еще и другой источникъ амміака—это азотнокислыя соли или нитраты. Образованіе изъ нитратовъ амміака, такъ назыв. ***денитрификація***—явленіе весьма распространенное въ природѣ. Изъ формъ, найденныхъ мною въ Вейсовомъ озерѣ, *Proteus vulgaris* [2]) и *B. mycoides* [3]) несомнѣнно обладаютъ способностью образовать амміакъ за счетъ нитратовъ. Энергичное возстановленіе нитратовъ въ нитриты также констатировано для *Actinomyces chromogenes* [4]), грибка, какъ упомянуто выше, чрезвычайно близкаго къ нашему *A. albus*. Наконецъ, денитрификація и образованіе амміака изъ нитратовъ возможны и безъ участія микроорганизмовъ, прямымъ воздѣй-

---

[1]) É. Marchal. Sur la production de l'ammoniaque dans le sol par les microbes.— Annales de la Soc. belge de Microscopie. T. XVII. fasc. 2. 1893, p. 77—80.

É. Marchal. De l'action des moissisures sur l'albumine. — Bulletin de la Soc. belge de Microscopie. Ann. 19. 1893, p. 70.

[2]) L. Feltz. Le *Proteus vulgaris*. Paris. 1900, p. 55.

[3]) E. Marchal. Sur la production de l'ammoniaque etc., l. c., p. 99.

[4]) M. W. Beijerinck. Ueber Chinonbildung durch *Streptothrix chromogena* etc., l. c., p. 8.

Digitized by Google

ствіемъ на нитраты различныхъ органическихъ веществъ и даже минеральныхъ [1]).

Въ нашемъ спеціальномъ случаѣ—въ Вейсовомъ озерѣ, имѣющемъ ничтожный притокъ прѣсныхъ водъ, приносящихъ нитраты, этотъ источникъ амміака, въ сравненіи съ бѣлковымъ источникомъ, совершенно стушевывается, но уже въ сосѣднемъ озерѣ—Репномъ, гдѣ притокъ водъ со стороны больше, его нельзя игнорировать, а въ большихъ озерахъ и особенно въ моряхъ и океанахъ, куда рѣками ежедневно выносится грандіозное количество нитратовъ [2]), этотъ источникъ является весьма важнымъ.

Что касается до источника желѣза, входящаго въ составъ гидрата сѣрнистаго желѣза, то этотъ источникъ опять двоякій: минеральный и органическій.

Бо̀льшее значеніе имѣетъ минеральный источникъ — содержащія желѣзо, минеральныя части почвы (желѣзо-содержащіе силикаты и т. п.). Второй источникъ—органическій; это—желѣзо, входящее въ составъ каждой растительной и животной клѣтки. При разрушеніи большихъ количествъ органическихъ остатковъ на днѣ озеръ и морей освобождается при этомъ, минерализуется, значительное количество желѣза. Количественно этотъ источникъ обыкновенно уступаетъ первому, но его всегда необходимо имѣть въ виду при разслѣдованіи круговорота желѣза на землѣ и при изученіи образованія чернаго ила̀ въ особенности.

Итакъ, еще разъ отмѣчу: *источникъ* всѣхъ трехъ, участвующихъ въ реакціи, веществъ—*сѣроводорода*, *амміака* и *желѣза* бываетъ *двоякій—минеральный и органическій*. Въ эксплуатаціи, въ добычѣ веществъ изъ этихъ источниковъ, первенствующую роль играютъ *микроорганизмы*. Жизнь ихъ вызываетъ біо-химическіе процессы, вовлекающіе въ великій *круговоротъ* не только органогены, т. е. *C*, *H*, *O* и *N*, но и другіе, какъ мы только что видѣли, элементы — *S*, *Fe*, *Si* и *Ca*. О послѣднемъ, о кальціи, а также о магніи, я считаю не лишнимъ сообщить здѣсь еще нѣсколько данныхъ и соображеній.

Углекислый кальцій ($CaCO_3$)—одна изъ распространеннѣйшихъ составныхъ частей чернаго ила. Лѣчебная грязь изъ Вейсова озера богата

---

[1]) Коноваловъ, М. О денитрификаціи селитры подъ вліяніемъ возстановляющихъ веществъ. –Извѣстія Московскаго Сельскохозяйственнаго Института. Годъ VI. Книга 1. 1900, стр. 62.

Нитраты возстановляются и чисто физическими факторами, по Лорану—свѣтомъ (E. Laurent. Notes sur la reduction des nitrates par les plantes et par la lûmière solaire.— Bulletin de l'Académie de Belgique. 1890—1).

[2]) Одинъ Нилъ, по Барралю, уноситъ въ море болѣе одного милліона кило селитры въ сутки. См. Виноградскій, С. Н. Круговоротъ азота въ природѣ.— Дневникъ IX-го съѣзда Русскихъ естествоиспытателей и врачей. 1894. Москва. Прилож., стр. 8.

Digitized by Google

этимъ карбонатомъ. Онъ констатированъ также въ значительномъ количествѣ въ грязи лимановъ [1]), въ черномъ глубоководномъ илѣ Чернаго моря [2]) и многихъ другихъ морей. Вообще количество $CaCO_3$ въ черномъ илѣ колеблется отъ слѣдовъ до 35% [3]).

Жизнедѣятельность всѣхъ описанныхъ мною микроорганизмовъ сопровождается выдѣленіемъ болѣе или менѣе значительныхъ осадковъ, обыкновенно въ видѣ мелко-кристаллическихъ аггрегатовъ, углекислаго кальція. Объ этомъ было уже въ нѣсколькихъ мѣстахъ сказано выше. Появленіе этихъ осадковъ *in vitro*, въ культурахъ, не только тѣсно связано съ жизнью микроорганизмовъ, но оно *ею обусловливается*. Несомнѣнно, что и въ природѣ такимъ же путемъ возникаютъ значительныя *микробіогенныя отложенія извести* [4]). Вообще не подлежитъ сомнѣнію, что микроорганизмы въ *круговоротѣ кальція* играютъ весьма крупную роль [5]). Микробіогенные осадки $CaCO_3$ обязаны возникновеніемъ не только жизни *различныхъ* микроорганизмовъ, но и происходятъ въ силу *различныхъ* химическихъ реакцій. Три изъ нихъ—главнѣйшія:

1) Обмѣнная реакція между гипсомъ и углеамміачной солью, продуктомъ распада бѣлковъ,—получается сѣрноамміачная соль и $CaCO_3$.

2) Образующійся при возстановленіи гипса сѣрнистый кальцій (CaS) разлагается водой, содержащей углекислоту, — получается H_2S и $CaCO_3$ (формула приведена была выше).

3) Изъ сложныхъ органическихъ соединеній (желатина, пептонъ и т. п.), содержащихъ въ золѣ кальцій, при разложеніи ихъ микроорганизмами, выдѣляется $CaCO_3$.

Всѣ три реакціи фактически доказаны, — первыя двѣ были давно, третья моими культурами. А такъ какъ кальцій въ водѣ и въ осадкахъ сопровождается обыкновенно магніемъ, то и послѣдній вовлекается въ сферу біо-химическихъ процессовъ и несомнѣнно, что микроорганизмы такую же видную роль играютъ въ *круговоротѣ магнія*, какъ и кальція. Не останавливаясь пока подробнѣе на этомъ вопросѣ, отмѣчу здѣсь лишь слѣдующія наблюденія и факты. Въ началѣ января 1899 г. мною была взята проба чернаго ила (лѣчебной грязи) изъ глубины Репнаго озера

---

[1]) Ср. Брусиловскій, Е. М. Одесскіе лиманы и ихъ лѣчебныя средства. 2-е изд., 1897, стр. 43.

[2]) Андрусовъ, Н. И. Нѣкоторые результаты экспедиціи „Черноморца“ и т. д., l. c. стр. 391; особенно же: I. Murray. On the Deposits of the Black Sea, l. c.

[3]) W. Thomson & I. Murray. Deep-Sea Deposits.—Report on the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. London. 1891, p. 229.

[4]) „Микробіогенныя“—вызываемыя растительными микроорганизмами вообще, „бактеріогенныя“—вызываемыя спеціально бактеріями.

[5]) О значеніи микроскопическихъ водорослей въ круговоротѣ кальція см. между прочимъ—Надсонъ, Г. А. Сверлящія водоросли и ихъ значеніе въ природѣ.—Ботаническія Записки (Scripta Botanica). Вып. XVIII. 1900.

Digitized by Google

(одно изъ соленыхъ Славянскихъ озеръ) и положена въ небольшой стеклянный цилиндръ, закрытый пробкой; пробка была залита парафиномъ. Спустя $3^1/_2$ года цилиндръ былъ изслѣдованъ. Илъ былъ все еще черенъ, ничтожно окислившись съ поверхности, и издавалъ ясный, хотя и слабый, запахъ сѣроводорода. Но, что особенно бросилось въ глаза — это бѣлые комочки какого-то вещества, разсѣянные по поверхности ила; одни—округлые, другіе продолговатые, отъ едва примѣтной величины до 3 — 4 миллиметровъ въ поперечникѣ; болѣе крупные были погружены до половины и больше въ илъ (см. рис. B.). Комочки были мягки и напоминали кусочки сала, какъ видомъ, такъ и консистенціей. Увидѣвъ ихъ, я вспомнилъ, что Андрусовъ тоже нашелъ бѣловатые комочки въ синевато-сѣромъ илѣ, извлеченномъ зондомъ съ значительныхъ глубинъ Чернаго моря. По его изслѣдованіямъ, эти комочки оказались безформенной мелкозернистой массой углекислой извести [1]).

A. Доломитизированный известнякъ на поверхности ила, образовавшійся въ чистой культурѣ *Proteus vulgaris*. (3 : 1).

B. Доломитизированный известнякъ на поверхности чернаго ила. (3 : 1).

Скоро, однако, изученіе моихъ комочковъ показало, что я имѣю дѣло съ *доломитомъ* или, по меньшей мѣрѣ, съ сильно *доломитизированнымъ известнякомъ*. Слабымъ нажатіемъ покровнаго стекла они легко раздавливались и разсыпались на мелкіе, но превосходно образованные, кристаллики. Комочки были нерастворимы въ уксусной кислотѣ, очень медленно растворялись въ разведенной соляной кислотѣ, съ слабымъ выдѣленіемъ CO_2, и быстро въ горячей. При дѣйствіи сѣрной кислоты выдѣлялись характерные игольчатые сферіты гипса. Изслѣдованіе этихъ комочковъ обычными пріемами химическаго анализа показало мнѣ, что они состоятъ изъ $CaCO_3$ и $MgCO_3$. Первый преобладалъ количественно надъ вторымъ, но, за невозможностью, вслѣдствіе малаго количества матеріала, произвести количественный анализъ, я не берусь рѣшить, былъ ли то „нормальный“ доломитъ или сильно доломитизированный известнякъ.

[1]) Андрусовъ, Н. И. Нѣкоторые результаты экспедиціи „Черноморца“ и т. д., l. c. стр. 391—2.

Digitized by Google

Еще интереснѣе другой случай: *доломитизированный известнякъ* образовался *въ чистой культурѣ*. Дѣло было такъ. Сѣрая сухая грязь (илъ) была облита въ пробиркѣ 2% растворомъ пептона на соленой водѣ со дна Вейсова озера, стерилизована и затѣмъ заражена бактеріей *Proteus vulgaris*. Съ теченіемъ времени значительная часть грязи превратилась въ черную. Затѣмъ культура была предоставлена самой себѣ. Черезъ $1^1/_2$ года она была снова изслѣдована и оказалось слѣдующее. Почти вся жидкость испарилась, верхній слой грязи успѣлъ снова значительно окислиться, сталъ темно-сѣрымъ, на немъ и на стѣнкахъ пробирки были видны осадки окиси желѣза, но особенно обращали на себя вниманіе, лежавшіе тамъ и сямъ на поверхности ила, желтовато-бѣлые шарики и зернышки отъ $^1/_2$ до 2 миллиметр. въ діаметрѣ (см. рис. А), съ виду очень напоминавшіе зерна оолитоваго известняка. Они были довольно тверды, но при сильномъ надавливаніи покровнымъ стекломъ распадались и тогда ясно обнаруживали свой составъ изъ длинныхъ, радіально расположенныхъ, кристалликовъ, т. е. были сферокристаллическаго строенія. Ихъ отношеніе къ кислотамъ было такое же, какъ и только что описанныхъ отложеній на черной грязи изъ Репнаго озера. Химическій анализъ показалъ мнѣ, что и они состоятъ также изъ $CaCO_3$ и $MgCO_3$, съ преобладаніемъ перваго. Такимъ образомъ шарики эти являются сильно *доломитизированнымъ известнякомъ оолитовой структуры*. Его образованіе тѣсно связано съ біо-химическими процессами (*гніеніемъ*), вызываемыми бактеріей *Proteus vulgaris*; въ контрольныхъ, незараженныхъ, пробиркахъ его не было. Въ виду того, что способъ образованія доломитовъ до сихъ поръ въ геологіи, несмотря на множество изслѣдованій, далеко не достаточно выясненъ [1]), эти наблюденія имѣютъ нѣкоторое значеніе. Интересно, что почти 10 лѣтъ тому назадъ Вальтеръ [2]) высказалъ предположеніе, что, быть можетъ, гнилостныя бактеріи играютъ роль при образованіи доломитовъ. Никакихъ, однако, фактическихъ данныхъ въ пользу этого онъ не могъ привести.

XVI.

Особый интересъ, какъ съ теоретической, такъ и съ практической точки зрѣнія, представляетъ вопросъ о *специфичности* тѣхъ микроорганизмовъ, которые участвуютъ въ процессѣ образованія черной грязи. Вызывается ли этотъ процессъ особыми, спеціальными, микробами? Изъ найденныхъ мною въ Вейсовомъ озерѣ и выше описанныхъ 7 микробовъ, 3—и при томъ весьма важные—*Proteus vulgaris*, *Bacillus mycoides* и *Actinomyces albus* являются формами, чрезвычайно широко распространенными въ природѣ. Остальные 4—

[1]) Ср. Zirkel, F. Lehrbuch der Petrographie. 2 Aufl. Bd. III. 1894, p. 502.

[2]) Walther, J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Th. III. Lithogenesis der Gegenwart. 1893—1894, p. 663, 708.

Digitized by Google

формы новыя, пока болѣе нигдѣ не найденныя. Но судя по всѣмъ ихъ, обнаружившимся особенностямъ, отнюдь нельзя думать, что эти 4 микроорганизма живутъ только въ глубинѣ Вейсова озера,—наоборотъ, то, что знаемъ о нихъ, заставляетъ съ большой долей увѣренности полагать, что и они также живутъ и будутъ найдены въ различныхъ другихъ мѣстахъ, подобно тремъ первымъ.

Равнымъ образомъ нѣтъ ни одного микроорганизма изъ многихъ описанныхъ въ литературѣ въ качествѣ дѣятелей и участниковъ въ процессѣ образованія черной грязи, относительно котораго было бы доказано, что онъ специфиченъ для этого процесса. Да и самыя описанія микробовъ, какъ я упоминалъ уже, при отсутствіи точныхъ діагнозовъ и рисунковъ, не даютъ даже возможности рѣшить съ увѣренностью—новы ли формы, изолированныя авторами, или это старыя, раньше извѣстныя и въ другихъ мѣстахъ найденныя.

Ни въ одномъ изъ до сихъ поръ изолированныхъ и изученныхъ микробовъ мы не можемъ видѣть специфическаго дѣятеля въ процессѣ образованія сѣроводорода и чернаго ила. Все, что знаемъ объ этихъ микробахъ, заставляетъ считать ихъ пришельцами извнѣ, поселившимися на днѣ или въ придонной водѣ озеръ и морей и постепенно приспособившимися къ новымъ условіямъ существованія. Вотъ послѣднія, т. е. условія—тѣ особенны, своеобразны, если угодно—специфичны. Они обусловливаютъ, детерминируютъ характеръ и ходъ процесса. Каковы эти условія жизни въ частномъ случаѣ—въ глубинѣ Вейсова озера, было подробно указано выше. Наблюдаемый въ этихъ условіяхъ *процессъ «сѣроводороднаго броженія» и тѣсно связанный съ нимъ процессъ образованія черной лѣчебной грязи (ила) являются совокупностью многихъ біо-химическихъ процессовъ, вызываемыхъ различными микроорганизмами.*

Образованіе и отложеніе осадковъ чернаго ила происходитъ въ природѣ въ огромныхъ размѣрахъ. Онъ отлагается на днѣ многихъ озеръ—прѣсныхъ и особенно соленыхъ, на днѣ южно-русскихъ лимановъ, на днѣ Чернаго моря. Болѣе того,—знаменитая англійская экспедиція Челленджера (корабль „Challenger“, 1872—1876) показала, что отложенія чернаго или, какъ чаще зовутъ его на Западѣ, синяго ила, „blu mud“—опоясываютъ подножіе континентовъ на громадномъ протяженіи. Всю площадь морского дна, покрытую этимъ иломъ, W. Thomson и J. Murray [1]) исчисляютъ въ 14.500.000 квадр. миль. Это грандіозное протяженіе можетъ дать надле-

---

[1]) W. Thomson & I. Murray. Deep-Sea Deposits. Lond. 1891, p. 233.

О синемъ илѣ вообще см. кромѣ того другія, указанныя выше, работы I. Murray, а также еще:

I. Walther. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, 1893—4, и

P. Fischer. Sedimentbildung am heutigen Meeresboden dargestellt auf Grund der neueren Tiefseeforschungen.—S.-Abdr. aus dem Jahresbericht des städtischen Realgymnasiums zu Leipzig. 1901.

Digitized by Google

жащее представленіе о силѣ и значеніи въ природѣ тѣхъ біо-химическихъ процессовъ, результатомъ коихъ является образованіе этого ила.

Сравнивая химическій составъ, микроскопическое строеніе и, наконецъ, условія образованія ила, покрывающаго дно лимановъ, морей и океановъ, съ чернымъ иломъ со дна воронки небольшого Вейсова озера, я не нахожу между тѣмъ и другимъ иломъ никакихъ принципіальныхъ отличій. По составу, строенію и условіямъ образованія—это осадки одной и той же категоріи. Изъ этого я заключаю, что и обусловливающіе эти осадки біохимическіе процессы здѣсь и тамъ должны быть во всемъ существенномъ одинаковы. Далѣе, я считаю не только возможнымъ, но и весьма вѣроятнымъ, что вызывающіе эти біо-химическіе процессы микроорганизмы повсюду близки между собой, многіе вѣроятно даже тожественны. Помимо многихъ косвенныхъ соображеній и разбора литературы вопроса, меня склоняютъ къ этому еще слѣдующія данныя. *Cladothrix intricata*, описанная Русселемъ [1]), одна изъ самыхъ характерныхъ бактерій морского ила въ Неаполитанскомъ заливѣ, широко распространенная отъ мелководья до глубины 1100 метровъ, въ сущности не что иное, какъ тотъ же *Bacillus mycoides*, что изолированъ былъ мною изъ ила Вейсова озера. Другая морская бактерія, изолированная изъ Черноморскаго ила и описанная Зелинскимъ [2]) подъ именемъ *Bacterium hydrosulfureum Ponticum*, по всѣмъ ея приводимымъ признакамъ—по меньшей мѣрѣ весьма близка къ *Proteus vulgaris*, играющему такую видную роль въ илѣ Вейсова озера.

Чѣмъ глубже мы изучаемъ природу, тѣмъ яснѣе и несомнѣннѣе сказывается, что, несмотря на безконечное, повидимому, и хаотическое разнообразіе ея явленій, ихъ можно и нужно свести къ немногимъ общимъ и основнымъ. Такъ, все говоритъ, что и въ данномъ случаѣ, мы имѣемъ то-же. Единство господствуетъ, а различіе зависитъ отъ несходства условій проявленія процесса. Пока это не фактъ, конечно, а предположеніе, гипотеза, но гипотеза весьма вѣроятная, такъ какъ основана на рядѣ наблюденій и соображеній.

Итакъ, то, что зовемъ мы сѣроводороднымъ броженіемъ, есть явленіе весьма сложное, еще сложнѣе біо-химизмъ процесса образованія чернаго ила. Выше представены были нѣкоторыя данныя и нѣсколько соображеній относительно этихъ процессовъ,—полное же рѣшеніе вопроса еще далеко впереди; нужны и наблюденія новыя, и опыты, и идеи. Но оно несомнѣнно будетъ достигнуто. Примѣнять микробіологію къ рѣшенію химико-геологическихъ проблемъ стали очень недавно. Путь это новый и трудный, но вѣрный—тому залогомъ служатъ уже добытые результаты—и онъ приведетъ къ желанной цѣли, и то, загадочное и темное, что совершается на днѣ озеръ, морей и океановъ, станетъ яснымъ и понятнымъ.

---

[1]) См. выше стр. 46.

[2]) См. выше стр. 50.

Digitized by Google

ОБЪЯСНЕНІЕ РИСУНКОВЪ.

Рисунки №№ 1—2, 6—11, 14—49, 53—68 сдѣланы съ живыхъ культуръ и препаратовъ микроорганизмовъ. №№ 1—3, 14—16 рисовалъ К. П. Александровъ; 6, 12, 13, 17, 20, 22—24, 28, 29, 34, 35, 43—46, 48—50, 53—58, 61—68—В. М. Арциховскій; 10, 11, 21, 27, 33, 40, 41, 51, 52—А. А. Райченко; 4, 5, 7—9, 18, 19, 25, 26, 30—32, 36—39, 42, 69—Г. А. Надсонъ; 59, 60—съ фотографіи.

ТАБЛИЦА I.

1. Окисленіе чернаго ила (лѣчебной грязи) изъ Вейсова озера подъ водою, въ темнотѣ. Результатъ опыта, длившагося 7 мѣсяцевъ: *a*—слой гидрата окиси желѣза, *b*—осадокъ $CaCO_3$, *c*—сѣрый, окислившійся илъ, *d*—черный илъ. Естеств. велич.
2. То-же, на свѣтѣ: *a*—*Lyngbya salina Ktz.*, *b*—сѣрый, окислившійся илъ съ примѣсью гидрата окиси желѣза, *c*—сѣрый илъ, *d*—*Phormidium ambiguum* Gom. Естеств. велич.
3. Коллоидальный гидратъ окиси желѣза, при увелич. въ 1000 разъ (1000 : 1).

ТАБЛИЦА II.

4. Гидратъ закиси желѣза. (1000 : 1).
5. Гидратъ окиси желѣза со стяженіемъ желѣза около зернышекъ, „granula". (1000:1).
6. *Bacillus mycoides* Flügge. Изъ 3-дневной культуры на *Щ.М.П.А.* Бациллы, соединенныя въ „нити". (1000 : 1).
7. „ „ Изъ 5-дневной культуры на *Щ.М.П.Ж.* „Ложное вѣтвленіе" нитей. (1000 : 1).

ТАБЛИЦА III.

8. „ „ Изъ 9-дневной культуры на *Щ.П.Ж.* Вегетативныя и спороносныя клѣтки. (3000 : 1).
9. „ „ То-же. Инволюціонныя формы. (3000 : 1).
10. „ „ *Щ.М.П.Б.* 36-дневная культура. Отложенія $CaCO_3$. (500 : 1).
11. „ „ *Щ.М.П.Б.* 43-дневная культура. Отложенія $CaCO_3$. (500 : 1).

ТАБЛИЦА IV.

12. „ „ *П.А.* 5-дневная культура чертой (царапиной). Фиксировано формалиномъ. (3 : 2).
13. „ „ *П.А.* 5-дневная культура уколомъ; видъ сбоку. Фиксировано формалиномъ. (3 : 2).

Digitized by Google

14. *Bacillus mycoides* *П.А.* 7-дневная культура уколомъ; видъ сбоку. (1 : 1).
15. „ „ *П.А.* 7-дневная культура чертой. (1 : 1).
16. „ „ Культура, изображенная на рис. № 14, видъ сверху. (1 : 1).
17. „ „ Культура на картофелѣ, 22 дня. (1 : 1).

ТАБЛИЦА V.

18. *Proteus vulgaris* Hauser. Изъ 6-дневной культуры на *Щ.М.П.А.* Нормальныя формы. (3000 : 1).
19. „ „ Изъ 2-недѣльной культуры на *П.А.* Инволюціонныя формы. (3000 : 1).
20. „ „ *П.А.* 2-недѣльная культура уколомъ, сверху. (3 : 1).
21. „ „ *Щ М.П.А.* 20-дневная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
22. „ „ *П.А.* 3-мѣсячная культура уколомъ, сверху. (3 : 1).
23. „ „ *Щ.М.П.А.* 4-мѣсячная культура уколомъ, сбоку. (1 : 1).
24. „ „ Культура на картофелѣ, 22 дня. (1 : 1).

ТАБЛИЦА VI.

25. *Bacterium albo-luteum* Nadson. Изъ 5-дневной культуры на *Щ.М.П.А.* Нормальныя формы. (3000 : 1).
26. „ „ Изъ 2-мѣсячной культуры на *П.С.А.* Инволюціонныя формы. (3000 : 1).
7. „ „ *Щ.М.П.Ж.* 3-дневная культура. Глубинныя колоніи. (100 : 1).
28. „ „ *П.А.* Мѣсячная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
29. „ „ То-же, сверху. (3 : 1).

ТАБЛИЦА VII.

30. *Bacilus salinus* Nadson. Изъ 5-дневной культуры на *Щ.М.П.А.* Нормальныя вегетативныя формы. (3000 : 1).
31. „ „ То-же. Бациллы со спорами. (3000 : 1).
32. „ „ *Щ.М.П.Ж.* 2-дневная культура. Глубинныя колоніи. (100 : 1).

ТАБЛИПА VIII.

33. „ „ *Щ.М.П.Ж.* 2-недѣльная культура. Поверхностная колонія. (50 : 1).
34. „ „ *П.А.* 8-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
35. „ „ То-же, сверху. (3 : 1).

ТАБЛИЦА IX.

36. *Actinomyces albus* Gasperini. Изъ 2-недѣльной культуры на *Щ.М.П.А.* Оидіи или такъ называемыя воздушныя конидіи. (3000 : 1).
37. „ „ *Щ.П.Ж.* Изъ старой ($9^1/_2$ мѣсяцевъ) культуры. Инволюціонныя формы. (3000 : 1).
38. „ „ Изъ 2-мѣсячной культуры на *Щ.М.П.А.* Инволюціонныя формы. (3000 : 1).
39. *Actinomyces roseolus* Nadson. Изъ 2-мѣсячной культуры на *Щ.М.П.А.* Инволюціонныя формы. (3001 : 1).

Digitized by Google

ТАБЛИЦА X.

40. *Actinomyces albus* Gasperini. *Щ.М.П.Ж.* 5-дневная культура. Глубинные мицеліи („псевдо-колоніи"). (100 : 1).
41. „ „ *Щ.М.П.Ж.* 2-недѣльная культура. Поверхностный мицелій („псевдо-колонія"), покрытый воздушными конидіями. (10 : 1).
42. „ „ *Щ.М.П.Б.* 6-недѣльная культура. Часть мицелія. (ca. 1000 : 1).
43. „ „ *Щ.П.Ж.* 5-недѣльная культура чертой. Констатированіе сѣроводорода свинцовой бумажкой. (1 : 1).

ТАБЛИЦА XI.

44. „ „ *П.С.А.* 7-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
45. „ „ *П.А.* 3-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
46. „ „ *П.С.А.* 2-мѣсячная культура уколомъ, видъ сбоку подъ угломъ въ 50° къ горизонту. (2 : 1).
47. „ „ *Щ.М.П.Б.* 5-мѣсячная культура. (1 : 1).
48. „ „ Культура, изображенная на рис. № 45, сверху. (3 : 1).
49. „ „ Культура, изображенная на рис. № 44, сверху. (3 : 1).

ТАБЛИЦА XII.

50. „ „ *Щ.П.Ж.* Очень старая культура (почти 11 мѣсяцевъ). Отложеніе среди мицелія $CaCO_3$. (1000 : 1).
51. „ „ *Щ.П.Ж.* Культура $6^1/_2$ мѣсяцевъ. Среди мицелія $CaCO_3$. (ca. 200 : 1).
52. „ „ *П.А.* на искусственной морской водѣ. Культура уколомъ, $7^1/_2$ мѣсяцевъ. Кристаллическіе сростки $CaCO_3$, окрашенные фіолетовымъ пигментомъ. (25 : 1).

ТАБЛИЦА XIII.

53. „ „ Отложеніе гидрата окиси желѣза на мицеліи. Субстратъ: сѣрый илъ (грязь), облитый дестиллированной водой. Культура $6^1/_2$ мѣсяцевъ. (3 : 2).
54. *Actinomyces verrucosus* Nadson. *П.А.* 7-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
55. „ „ *П.С.А.* 4-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).
56. *Actinomyces albus* Gasper. Культура на картофелѣ, 7 недѣль. (2 : 1).

ТАБЛИЦА XIV.

57. *Actinomyces verrucosus* Nads. *П.А.* 10-недѣльная культура уколомъ, сверху. (3 : 1).
58. „ „ *П.С.А.* 4-недѣльная культура уколомъ, сверху. (3 : 1). Ср. № 55.
59. „ „ *П.С.А.* 7-недѣльная культура чертой. Немного менѣе естественной величины.
60. „ „ Агаръ ($1^1/_2$%) на дестилл. водѣ. Старая, 8-мѣсячная культура уколомъ. На поверхности отставшаго отъ стекла агара,

Digitized by Google

концентрическія кольца воздушныхъ конидій. Немного менѣе естеств. велич.

61. „ „ Мицелій изъ культуры, изображенной на рис. № 53, при увелич. са. 1000 разъ. Отложеніе на гифахъ гидрата окиси желѣза.

ТАБЛИЦА XV.

62. *Actinomyces roseolus* N a d s. *Щ.М.П.Ж.* 5-дневный глубинный мицелій („псевдо-колонія"). (50 : 1).

63. „ „ *П.А.* 5-недѣльная культура уколомъ, сбоку. (3 : 2).

64. „ „ То-же, сверху. (3 : 1).

65. „ „ *П.А.* 4-мѣсячная культура уколомъ, сверху. (3 : 1).

ТАБЛИЦА XVI.

66. „ „ *П.А.* 5-недѣльная культура чертой. (3 : 2).

67. Возстановленіе сѣраго ила (грязи) и превращеніе его въ черный въ чистой 3-недѣльной культурѣ *P r o t e u s vulgaris* H a u s. Илъ облитъ 2% растворомъ пептона на дестилл. водѣ. (2 : 1).

68. То-же, въ 3-недѣльной чистой культурѣ *Bacterium albo-luteum* N a d s. (2 : 1).

69. Часть верхней кольцеобразной пленки изъ болѣе старой ($4^1/_2$ недѣли) культуры *Proteus vulgaris*, чѣмъ изображена на рис. № 67. Остовъ пленки состоитъ изъ мельчайшихъ (0,4 μ.) зернышекъ или „granula" кремнезема (SiO_2). Около нѣкоторыхъ зернышекъ SiO_2 отлагается водная окись желѣза (внизу), но главными центрами притяженія ея являются инволюціонныя формы *Proteus vulgaris* (направо и посрединѣ). Кромѣ того, въ составъ пленки входятъ еще кристаллическія отложенія $CaCO_3$ (налѣво и въ другихъ мѣстахъ). (1000 : 1).

Digitized by Google

INHALTSÜBERSICHT.

Kapitel.		Seite.
I.	„Weissowo"-Salzsee. Chemische Zusammensetzung des Wassers. Die Vertheilung des Schwefelwasserstoffs im See zur Winterzeit. Winterflora. Reichthum an Lebenswesen und organischer Substanz.	1
II	Literatur-Fragen. W e r i g o's Arbeiten. Die Bildung des schwarzen Schlammes (Heilschlammes) ist ein bio-chemischer Process. Résumé über die Gesammtheit der erhaltenen Resultate. Nothwendigkeit weiterer besonders mikrobiologischer Untersuchungen.	6
III.	Physkalisch-chemische Eigenschaften des schwarzen Schlammes von Weissowo-See. Seine mikroskopische Struktur. Die Bedeutung des kolloidalen Schwefeleisenhydrats und Thons. Die Oxydation des schwarzen Schlammes und dessen Umbildung in grauen Schlamm. Einfluss des Lichts und der Algen bei diesem Process. Die Wanderungen des Eisens und Kalciums, hervorgerufen und beeinflusst durch das Leben der Mikroorganismen. Mikrobiogene Ablagerungen des Eisenoxyds und des kohlensauren Kalciums	10
IV.	Granuläre Struktur der kolloidalen Hydraten von Eisenoxydul, Eisenoxyd und Schwefeleisen. Minerale und plasmatische Körnchen, „Granula". Genesis des schwarzen Schlammes. Der junge und der reife Schlamm	17
V.	Versuche über den Umbildungsprocess (Reduktion) des grauen Schlammes in den schwarzen. Die Bedeutung der organischen Stoffe, des Sauerstoffs der Luft und des Salzes, hierbei.	22
VI.	Einfluss der Temperatur auf Bildung des schwarzen Schlammes. Schwefelwasserstoff-Bilanz im See. Die Ursache der Anhäufung von sehr grossen Mengen Schwefelwasserstoffs zur Winterzeit in den Tiefen des Weissowo-Sees	29
VII.	Untersuchungsmethoden. Die Nährböden. Apparate zur Gewinnung von Wasser- und Schlamm-Proben. Grössere Armuth des Weissowo-Salzseesan Mikroorganismen in Verhältniss zu Süsswasserseen. Aus dem Wasser und Schlamm isolierte Mikroben (Bakterien und Actinomyceten), welche Eiweisstoffe unter reichlicher Entbindung von Schwefelwaserstoff und Ammoniak zersetzen können, spielen die Hauptrolle bei der Bildung des schwarzen Schlammes.	33
VIII.	*Bacillus mycoides* F l ü g g e; Synonymie und Litteratur; Vorkommen; Bau und Entwickelung; normaler Lebenslauf und Involution; Kolonien; Kulturen; Verhältniss zum Sauerstoff; chemische Eigenschaften; Verbreitung in der Natur	39
IX.	*Proteus vulgaris* H a u s e r.	46
X.	*Bacterium albo-luteum* N a d s o n und *Bacillus salinus* N a d s o n.	51
XI.	*Actinomyces albus* G a s p e r i n i. Synonymie und Litteratur; Vorkommen; Bau und Entwickelung; normaler Lebenslauf und Involution; „Pseudo-Kolonien"; Kulturen. Verhältniss zum Sauerstoff; chemische Eigenschaften; Verbreitung in der Natur; systematische Stellung des *A. albus* und der Strahlenpilze, *Actinomycetes*, überhaupt. . .	55

Digitized by Google

XII. *Actinomyces verrucosus* Nadson und *Actinomyces roseolus* Nadson. 65
XIII. Reduktion des grauen oxydirten Schlammes und dessen Verwandlung in schwarzen Schlamm durch die Lebensthätigkeit der isolierten Mikroorganismen in den Reinkulturen. Verlauf dieses Processes. Die Wanderungen in den Reinkulturen des Siliciums, Eisens und Kalciums. Granuläre Struktur der Kieselsäurehäutchen. Unvollständigkeit des Processes in den Reinkulturen. Eiweissstoffe als Schwefelwasserstoff-Quelle. . 70
XIV. Sulfate als Schwefelwasserstoff-Quelle. Die Wirkung der zersetzenden organischen Substanz auf die Sulfate. Sulfatreduktion durch Wasserstoff in statu nascendi. Directe und indirecte Einwirkung der Mikroorganismen auf die Sulfate. . . 77
XV. Zweifache (organische und minerale) Ammoniak-und Eisen-Quelle bei Bildung des wichtigsten Theiles vom schwarzen Schlamme, des kolloidalen Schwefeleisenhydrats. Ablagerung von kohlensauren Kalcium und Magnesium in Folge der Lebensthätigkeit der Mikroben. Mikrobiogene Kalksteine und Dolomite; ihre Entstehung im schwarzen Schlamme und in den Reinkulturen der Mikroorganismen. . 82
XVI. Sind die bei der Schlammbildung betheiligten Mikroben, specifische? Einfluss von äusseren Bedingungen. Grosse Verbreitung der Ablagerungen von schwarzen Schlamm und die hervorragende Bedeutung der bio - chemischen Processe, durch welche dieser Schlamm gebildet wird, in der Natur. Einheit der Processe. Zukunft des Problems. 86

Digitized by Google

TAFELNERKLARUNG.

Die Figuren №№ 1–2, 6–11, 14–19, 53–68 sind nach lebenden Kulturen und Präparaten der Mikroorganismen ausgeführt.

Die Figuren №№ 1–3, 14–16 sind von K. P. Alexandrow; 6, 12, 13, 17, 20, 22–24, 28, 29, 34, 35, 43–46, 48–50, 53–58, 61–68–von W. M. Arzichowski; 10, 11, 21, 27, 33, 40, 41, 51, 52–von A. A. Raitschenko; 4, 5, 7–9, 18, 19, 25, 26, 30–32, 36–39, 42, 69–von G. A. Nadson; 59, 60–nach den Photographien gezeichnet.

TAFEL I.

1. Oxydation des schwarzen Schlammes, der als Heilschlamm dient, aus dem „Weissowo"-Salzsee, unter Wasser, im Dunkeln. Resultate des 7 Monate dauernden Versuchs: a - Schicht von Eisenoxydhydrat; b—Ablagerung von $CaCO_3$; c—grauer, oxydirter Schlamm; d—schwarzer Schlamm. Natürl. Grösse.
2. Dasselbe, im Lichte: a—*Lyngbya salina* Ktz.; b—grauer, oxydirter Schlamm, untermischt mit Eisenoxydhydrat; c—grauer Schlamm; d—*Phormidium ambiguum* Gom. Natürl. Grösse.
3. Eisenoyxdhydrat bei 1000 mal. Vergr. (1000 : 1).

TAFEL II.

4. Eisenoxydulhydrat aus winzigen (0,4 γ). Körnchen oder „Granula" bestehend. (1000 : 1).
5. Eisenoxydhydrat mit grösseren Eisenkonkretien um einigen Körnchen (Granula). (1000 :).
6. *Bacillus mycoides* Flügge. Agar-Kultur [1]) 3 Tage. Bacillen in „Fäden" vereinigt. (1000 : 1).
7. „ „ Gelatine-Kultur 5 Tage. Pseudo-Dichotomie der Fäden. (1000 : 1).

TAFEL III.

8. „ „ Gelatine-Kultur 9 Tage. Vegetative unds porenführende Zellen. (3000 : 1).
9. „ „ Dasselbe. Involutionsformen. (3000 : 1).
10. „ „ Bouillon-Kultur 39 Tage. Ablagerung von $CaCO_3$. (500 : 1).
11. „ „ Bouillon-Kultur 43 Tage. Ablagerung von $CaCO_3$. (500 : 1).

[1]) Über die Nährböden s. oben den russischen Text S. 33 und die russische Figurenerklärung.

Digitized by Google

TAFEL IV.

12. „ „ Agar-Strichkultur 5 Tage. Mit Formalin fixiert. (3 : 2).
13. „ „ Agar-Stichkultur 5 Tage; von der Seite gesehen. Mit Formalin fixiert. (3 : 2).
14. „ „ Agar-Stichkultur 7 Tage; von der Seite. (1 : 1).
15. „ „ Agar-Stichkultur 7 Tage. (1 : 1).
16. „ „ Agar-Stichkultur 7 Tage; von oben gesehen. (1 : 1).
17. „ „ Kartoffel-Kultur 22 Tage. (1 : 1).

TAFEL V.

18. *Proteus vulgaris* Hauser. Agar-Kultur 6 Tage. Normale Formen. (3000 : 1).
19. „ „ Agar-Kultur 14 Tage. Involutionsformen. (3000 : 1).
20. „ „ Agar-Stichkultur 14 Tage; von oben. (3 : 1).
21. „ „ Agar-Stichkultur 20 Tage; von der Seite. (3 : 2).
22. „ „ Agar-Stichkultur 3 Monate; von oben. (3 : 1).
23. „ „ Agar-Stichkultur 4 Monate; von der Seite. (1 : 1).
24. „ „ Kartoffel-Kultur 22 Tage. (1 : 1).

TAFEL VI.

25. *Bacterium albo-luteum* Nadson. Agar-Kultur 5 Tage. Normale Formen. (3000 : 1).
26. „ „ Zuckeragar-Kultur 2 Monate. Involutionsformen. (3000 : 1).
27. „ „ Gelatine-Platte 3 Tage. Tiefliegende Kolonien. (100 : 1).
28. „ „ Agar-Stichkultur 1 Monat; von der Seite. (3 : 2).
29. „ „ Dasselbe; von oben. (3 : 1).

TAFEL VII.

30. *Bacillus salinus* Nadson. Agar-Kultur 5 Tage. Normale vegetativen Formen. (3000 : 1).
31. „ „ Dasselbe. Sporenführende Bacillen. (3000 : 1).
32. „ „ Gelatine-Platte 2 Tage. Tiefliegende Kolonien. (100 : 1).

TAFEL VIII.

33. „ „ Gelatine-Platte 14 Tage. Aufliegende Kolonie. (50 : 1).
34. „ „ Agar-Stichkultur 7 Wochen; von der Seite. (3 : 2).
35. „ „ Dasselbe; von oben. (3 : 1).

TAFEL IX.

36. *Actinomyces albus* Gasperini. Agar-Kultur 14 Tage. Oidien oder sogenannte Luftkonidien. (3000 : 1).
37. „ „ Gelatine-Kultur 9½ Monate. Involutionsformen. (3000 : 1).
38. „ „ Agar-Kultur 2 Monate. Involutionsformen. (3000 : 1).
39. *Actinomyces roseolus* Nadson. Agar-Kultur 2 Monate. Involutionsformen. (3000 : 1).

Digitized by Google

TAFEL X.

40. *Actinomyces albus* Gasper. Gelatine-Platte 5 Tage. Tiefliegende Mycelien („Pseudo-Kolonien"). (100 : 1).
41. „ „ Gelatine-Platte 14 Tage. Aufliegendes Myceluin („Pseudo-Kolonie") von den Luftkonidien bedeckt. (10 : 1).
42. „ „ Bouillon-Kultur 6 Wochen. Ein Teil des Myceliums. (ca. 1000 : 1).
43. „ „ Gelatine-Strichkultur 5 Wochen. Nachweis von Schwefelwasserstoffausscheidung durch Bleizuckerpapier. (1 : 1).

TAFEL XI.

44. „ „ Zuckeragar-Stichkultur 7 Wochen; von der Seite. (3 : 2).
45. „ „ Agar-Stichkultur 3 Wochen; von der Seite. (3 : 2).
46. „ „ Zuckeragar-Stichkultur 2 Monate; von der Seite unter einem Winkel von 50° zum Horizont gesehen. (2 : 1).
47. „ „ Bouillon-Kultur 5 Monate. (1 : 1).
48. „ „ Agar-Stichkultur 3 Wochen; von oben. (3 : 1).
49. „ „ Zuckeragar-Stichkultur 7 Wochen; von oben. (3 : 1).

TAFEL XII.

50. „ „ Gelatine-Kultur fast 11 Monate. Ablagerung von $CaCO_3$ zwischen Mycelium. (1000 : 1).
51. „ „ Gelatine-Kultur $6^1/_2$ Monate. Ablagerung von $CaCO_3$. (ca. 200 : 1).
52. „ „ Stichkultur $7^1/_2$ Monate. Nährboden: Peptonagar auf künstlichem Meereswasser (3,4% Salz). Krystallinische Aggregate von $CaCO_3$, die mit dem violetten in der Kultur entstandenen Pigment gefärbt sind. (25 : 1).

TAFEL XIII.

53. „ „ Eisenoxydhydratablagerung auf Mycelium. Substrat: grauer Schlamm, übergossen mit destillirten Wasser. Kultur $6^1/_2$ Monate. (3 : 2).
54. *Actinomyces verrucosus* Nadson. Agar-Stichkultur 7 Wochen; von der Seite. (3 : 2).
55. „ „ Zuckeragar-Stichkultur 4 Wochen; von der Seite. (3 : 2).
56. *Actinomyces albus* Gasper. Kartoffel-Kultur 7 Wochen. (2 : 1).

TAFEL XIV.

57. *Actinomyces verrucosus* Nads. Agar-Stichkultur 10 Wochen; von der Seite. (3 : 1).
58. „ „ Zuckeragar-Stichkultur 4 Wochen; von oben. (3 : 1). Conf. № 55.
59. „ „ Zuckeragar-Strichkultur 7 Wochen; etwas verkleinert.
60. „ „ Agar-Stichkultur 8 Monate. Auf der Oberfläche des vom Glase abgestandenen Agars sind koncentrische Ringe von Luftkonidien zu sehen. Etwas verkleinert.
61. „ „ Mycelium aus der Kultur, die auf der Figur № 53 abgebildet ist. Eisenoxydhydratablagerung auf den Hyphen. (ca. 1000 : 1).

Digitized by Google

TAFEL XV.

62. *Actinomyces roseolus* N a d s. Gelatine-Platte 5 Tage. Tiefliegendes Mycelium („Pseudo-Kolonie") (50 : 1).
63. „ „ Agar-Stichkultur 5 Wochen; von der Seite. 3 : 2).
64. „ „ Dasselbe; von oben. (3 : 1).
65. „ „ Agar-Stichkultur 4 Monate; von oben. (3 : 1).

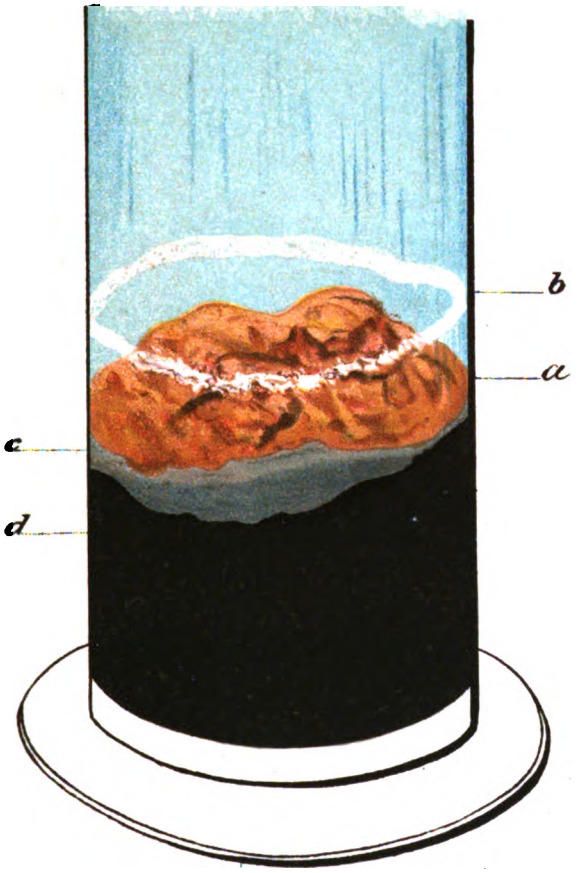
TAFEL XVI.

66. „ „ Agar-Strichkultur 5 Wochen. (3 : 2).
67. Reduktion des grauen Schlammes und seine Umbildung in schwarzen Schlamm in der Reinkultur von *Proteus vulgaris* H a u s., 21 Tage. Der Schlamm ist mit 2% Peptonlösung auf destill. Wasser übergossen. (2 : 1).
68. Dasselbe; in der Reinkultur von *Bacterium albo-luteum* Nads. 21 Tage. (2 : 1).
69. Ein Theil des ringförmigen Häutcheus aus der Reinkultur von *Proteus vulgaris*, die der auf der Figur № 67 abgebildeten entspricht, aber älter—31 Tage ist. Das Häutchengerüst besteht aus winzigen (0,4 μ.) Körnchen oder „Granula" von Kieselsäure (SiO_2); um einige dieser Körnchen scheidet sich das Eisenoxydhydrat aus (unten); als Hauptanziehungscentra dieses Hydrats treten aber die Involutionsformen von *Proteus vulgaris* hervor (rechts und in der Mitte); ausserdem kommen als Bestantdheile des Häutchens noch Krystalle von $CaCO_3$ vor (links und an anderen Stellen). (1000 : 1).

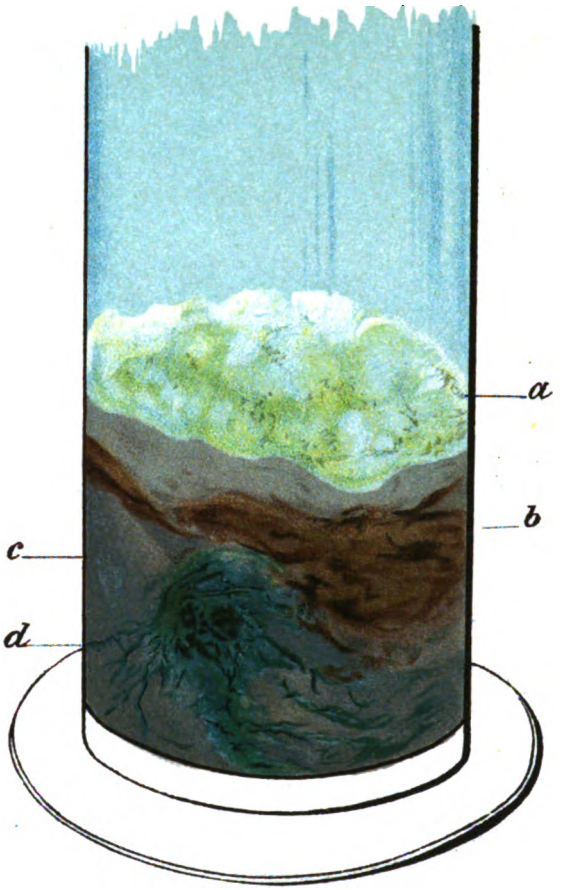
Abbildungen im Text.

S. 35. A p p a r a t zur Gewinnung von Wasserproben für mikrobiologische Untersuchungen.
S. 85. A. D o l o m i t i s i e r t e K a l k s t e i n e auf der Oberfläche des Schlammes, in der Reinkultur von *Proteus vulgaris* entstanden. (3 : 1).
B. D o l o m i t i s i e r t e K a l k s t e i n e auf der Oberfläche des schwarzen Schlammes. (3 : 1).

Digitized by Google



1.

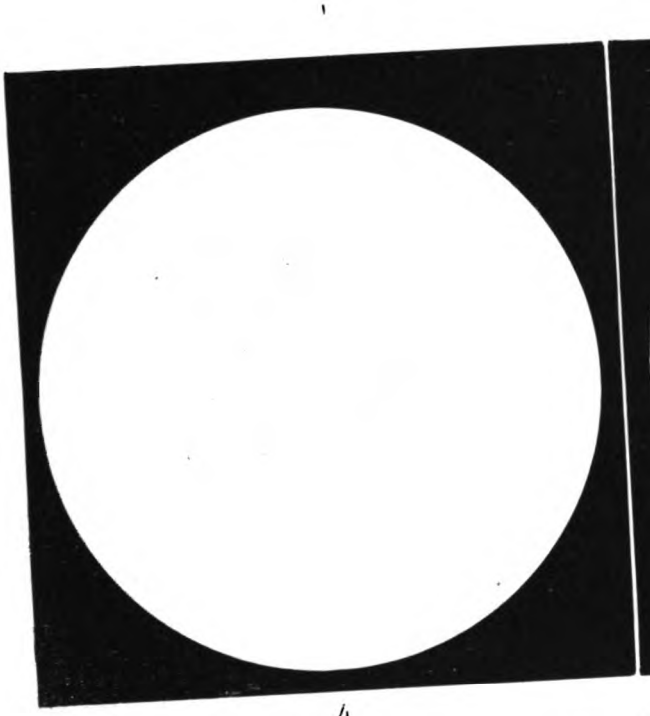


2.

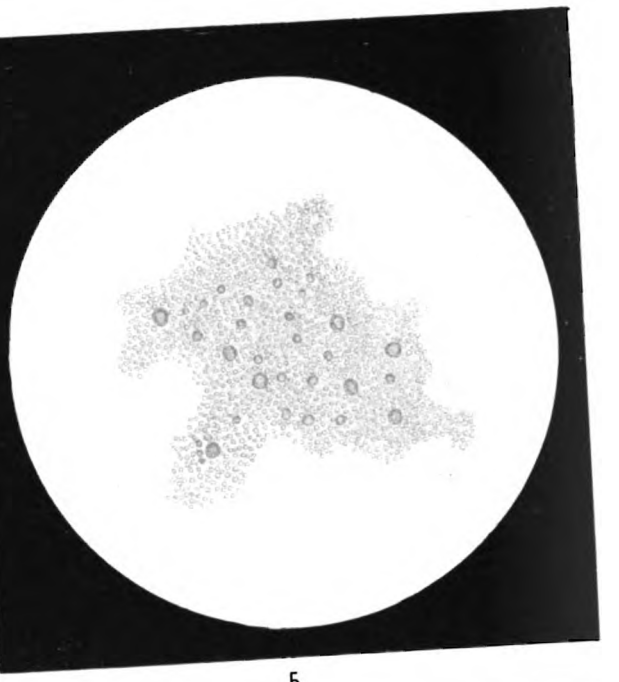
3.

Digitized by Google

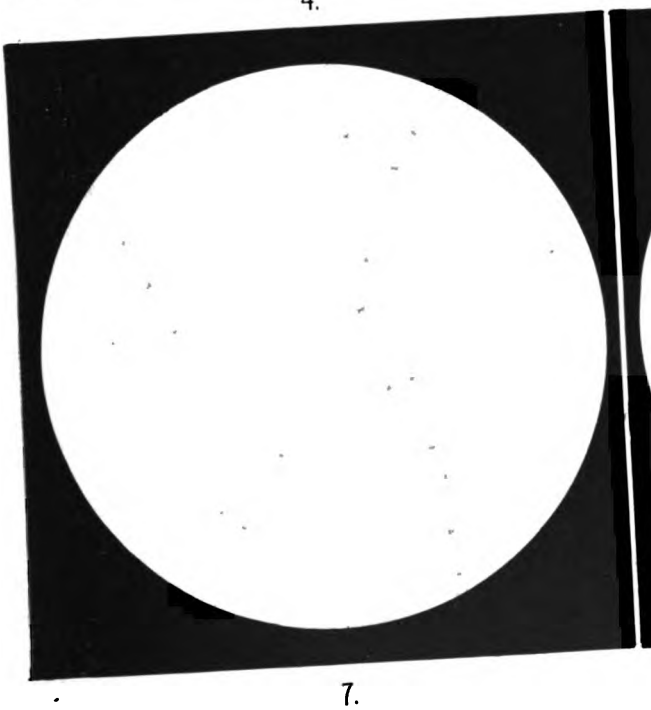
Digitized by Google



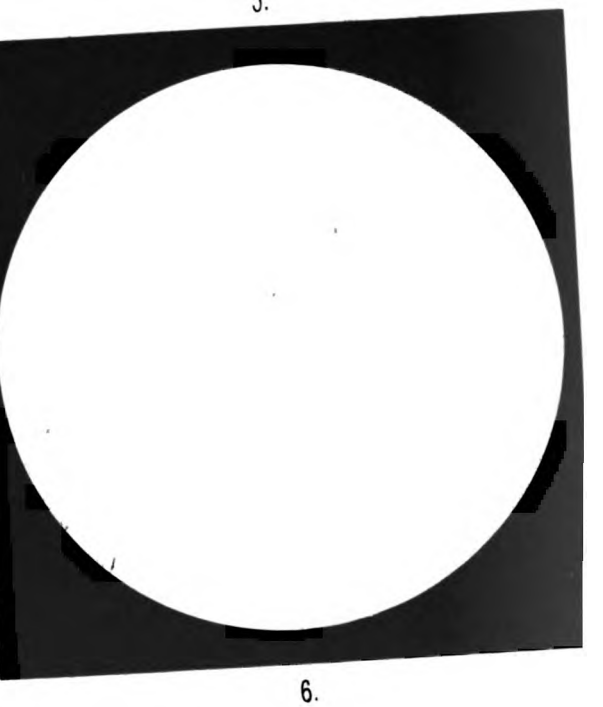
4.



5.



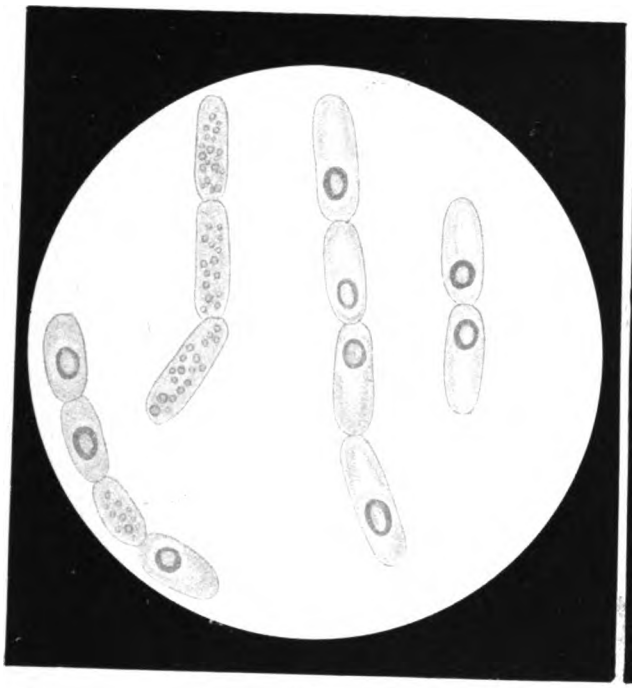
7.



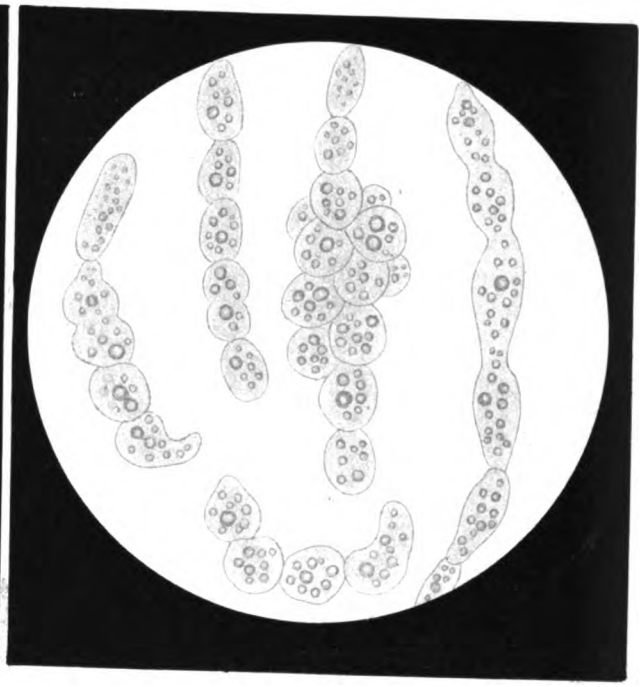
6.

Digitized by Google

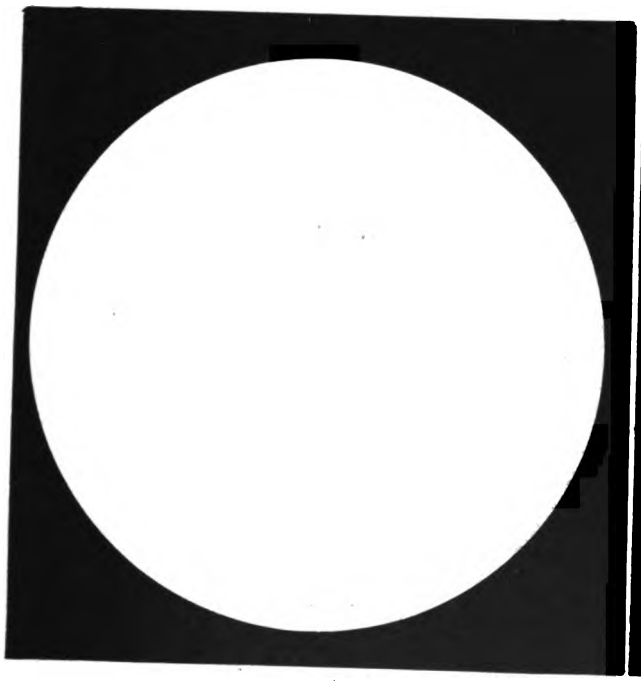
Digitized by Google



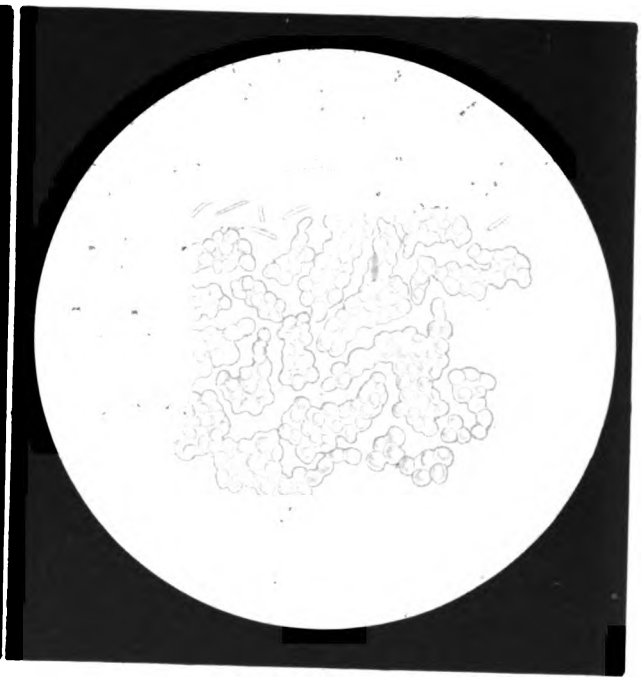
8.



9.



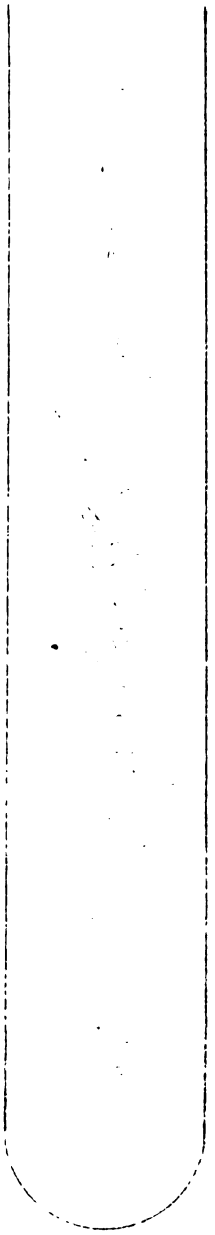
10.



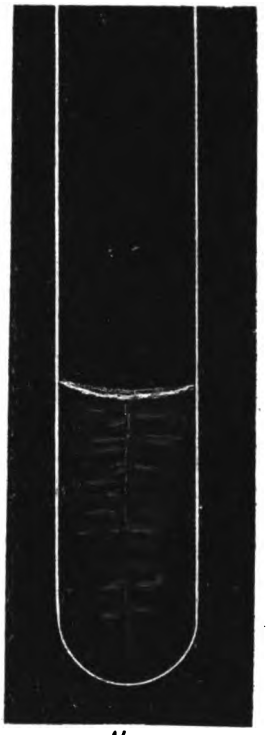
11.

Digitized by Google

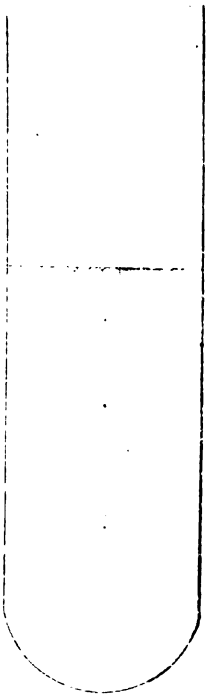
Digitized by Google



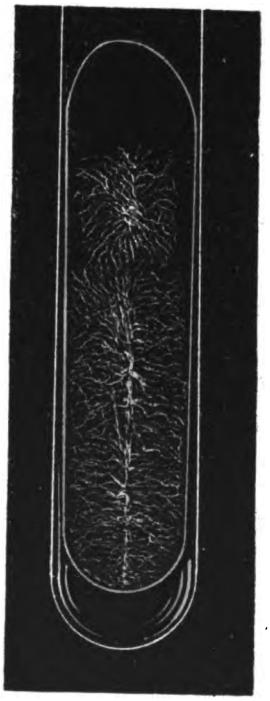
12.



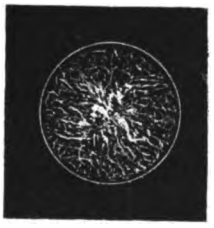
14.



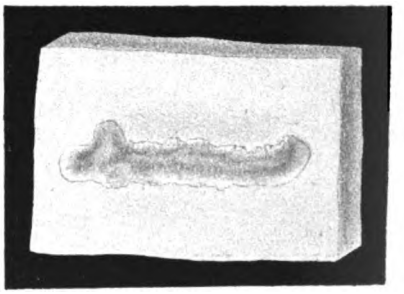
13.



15.



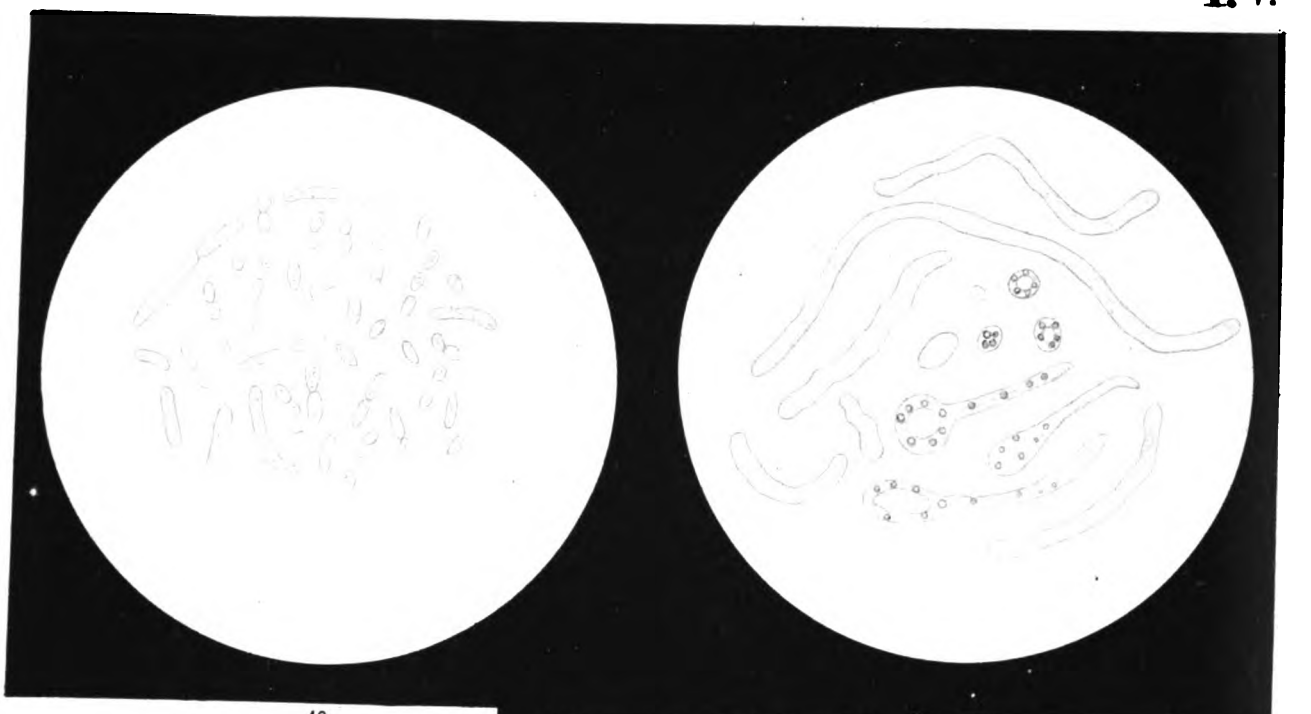
16.



17.

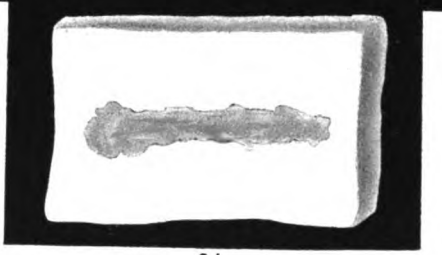
Digitized by Google

Digitized by Google

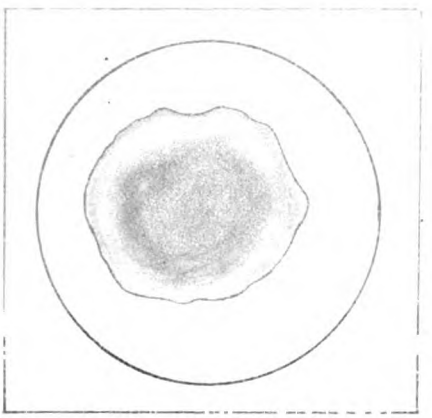


18.

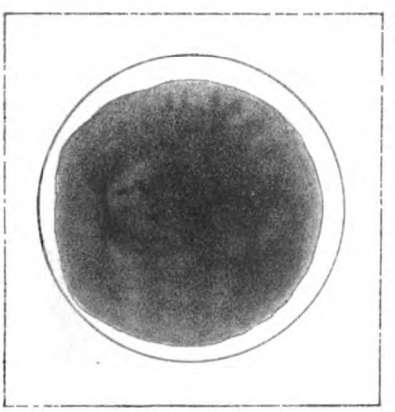
19



24.



20.



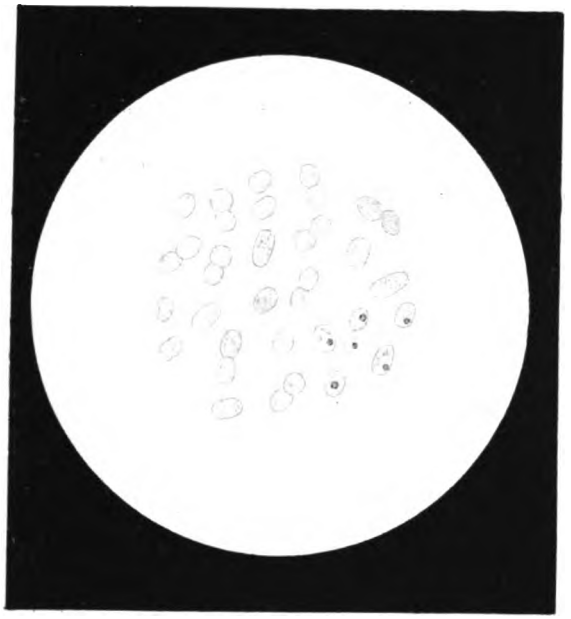
22.

23.

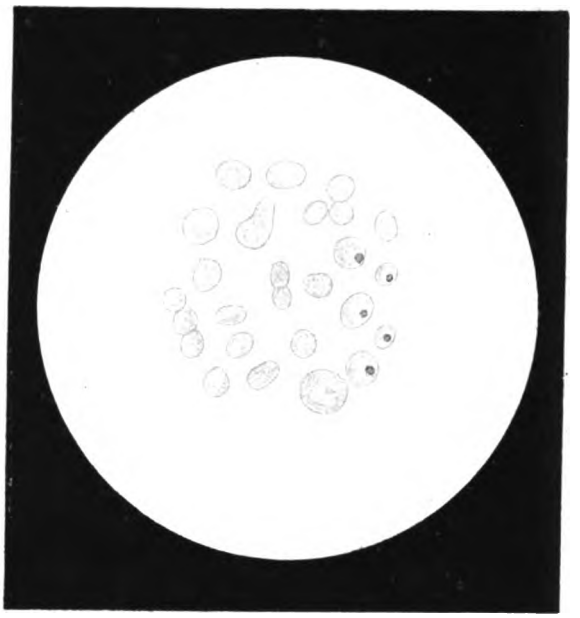
21.

Digitized by Google

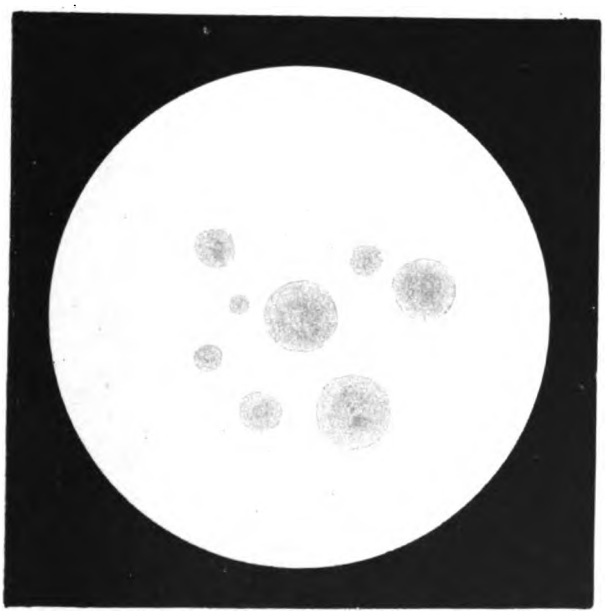
Digitized by Google



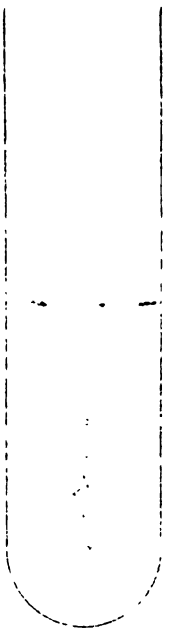
25.



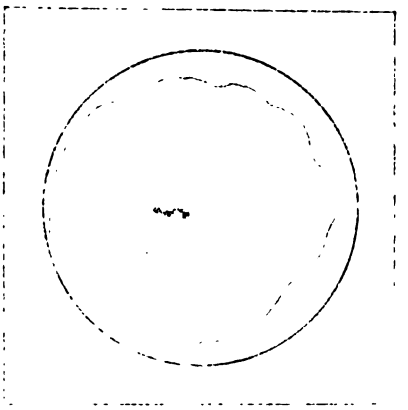
26.



27.



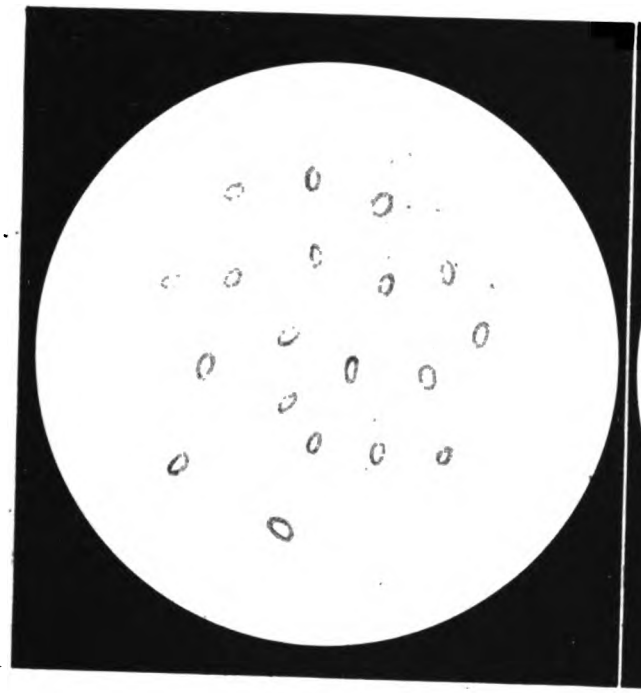
28.



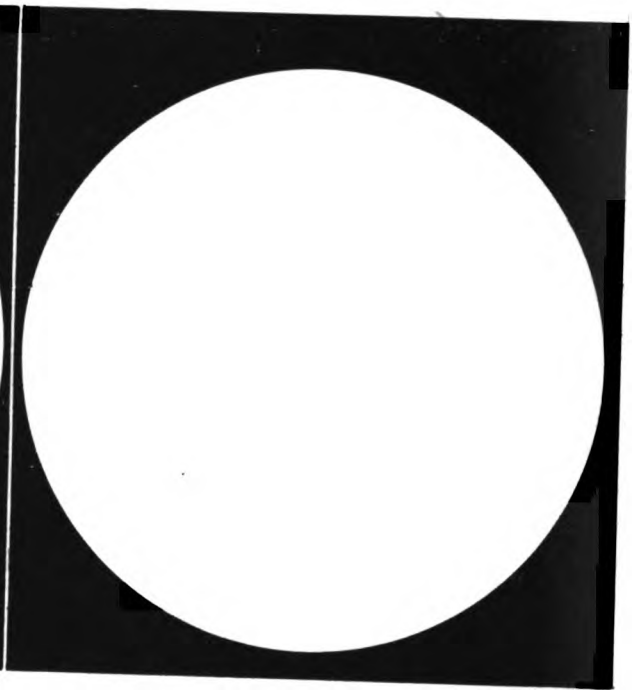
29.

Digitized by Google

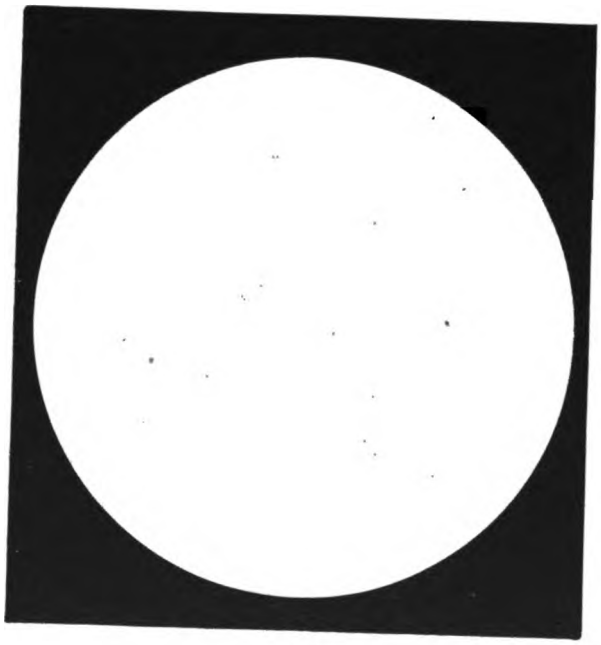
Digitized by Google



31.



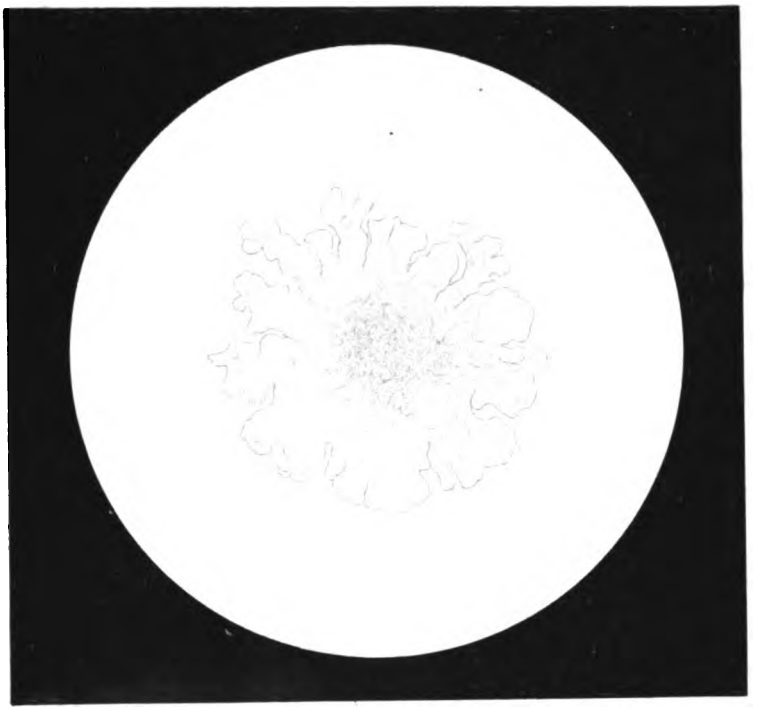
30.



32.

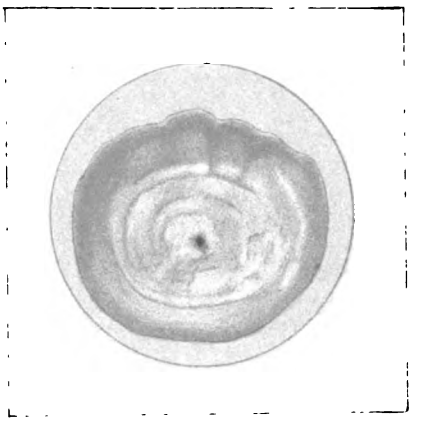
Digitized by Google

Digitized by Google



33.

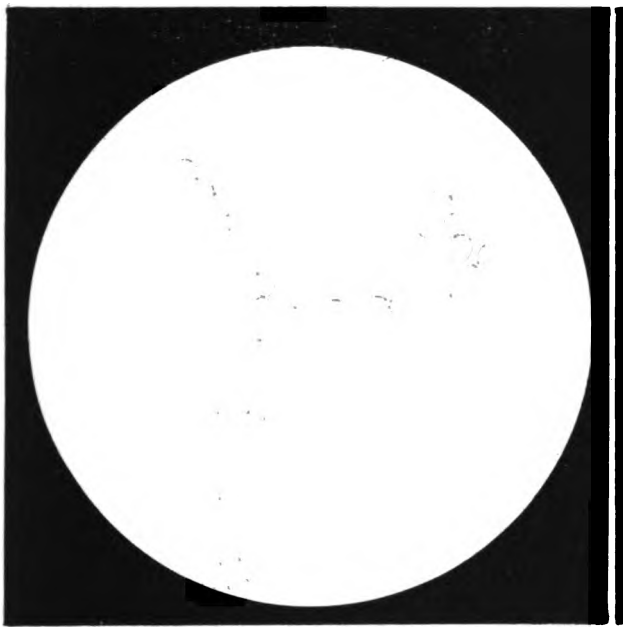
34.



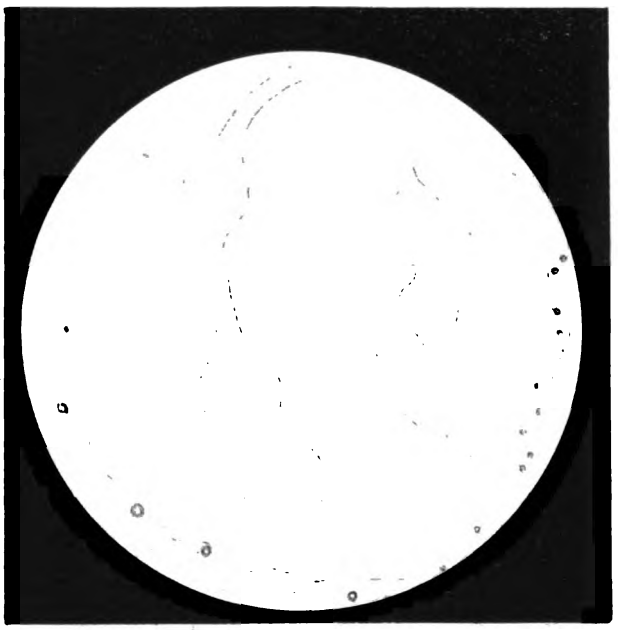
35.

Digitized by Google

Digitized by Google



36.



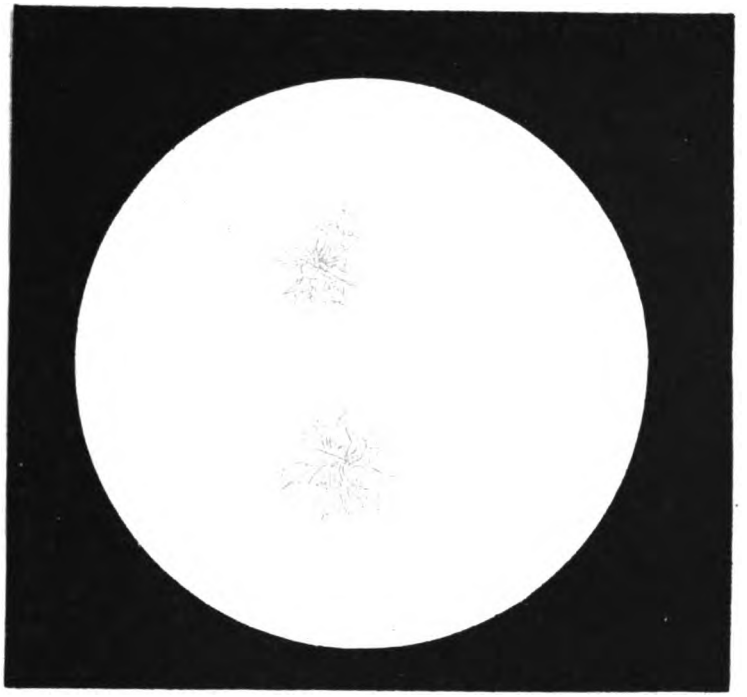
37.

38.

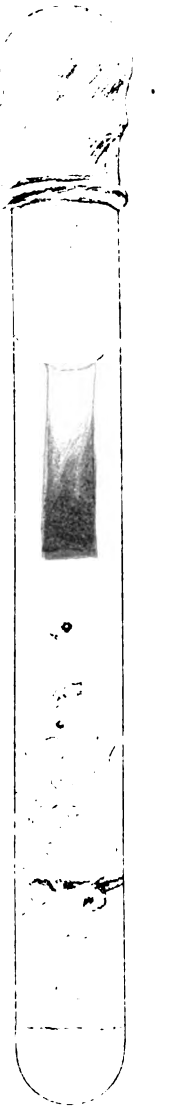
39.

Digitized by Google

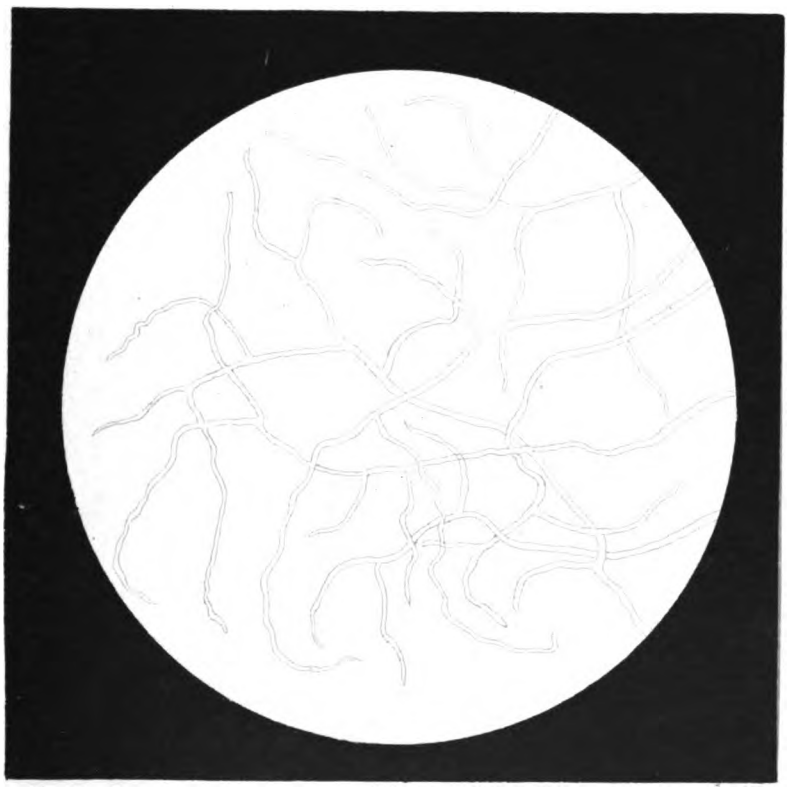
Digitized by Google



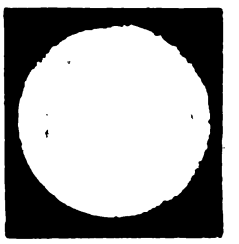
40.



43.



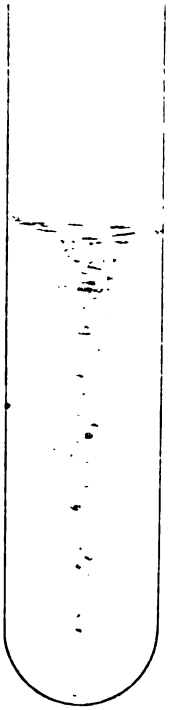
42.



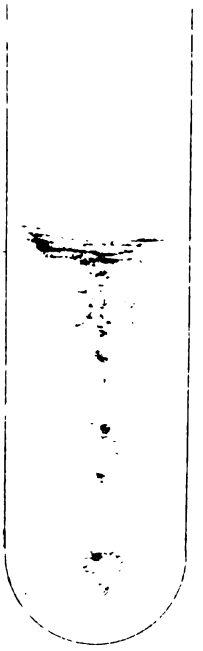
41.

Digitized by Google

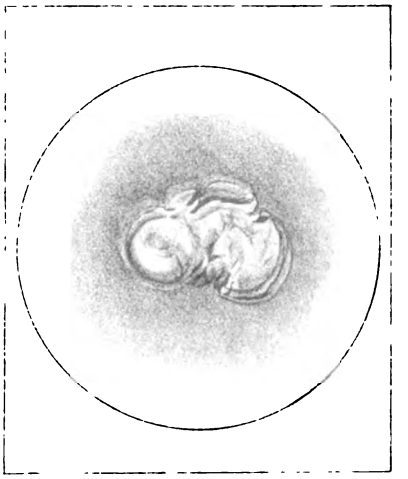
Digitized by Google



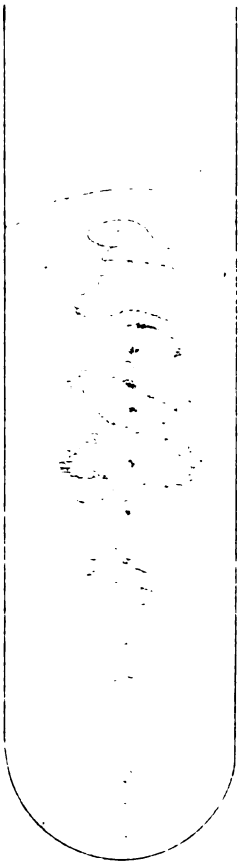
44.



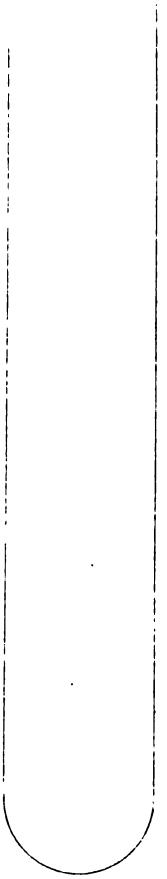
45.



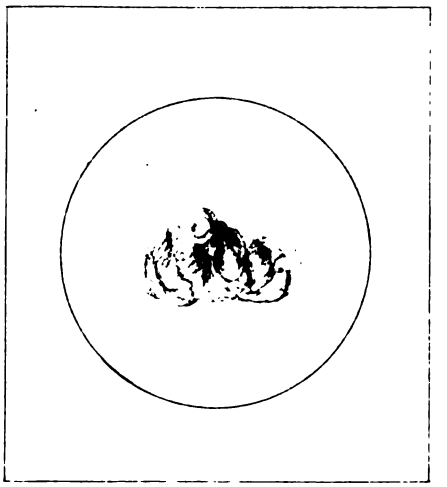
48.



46.



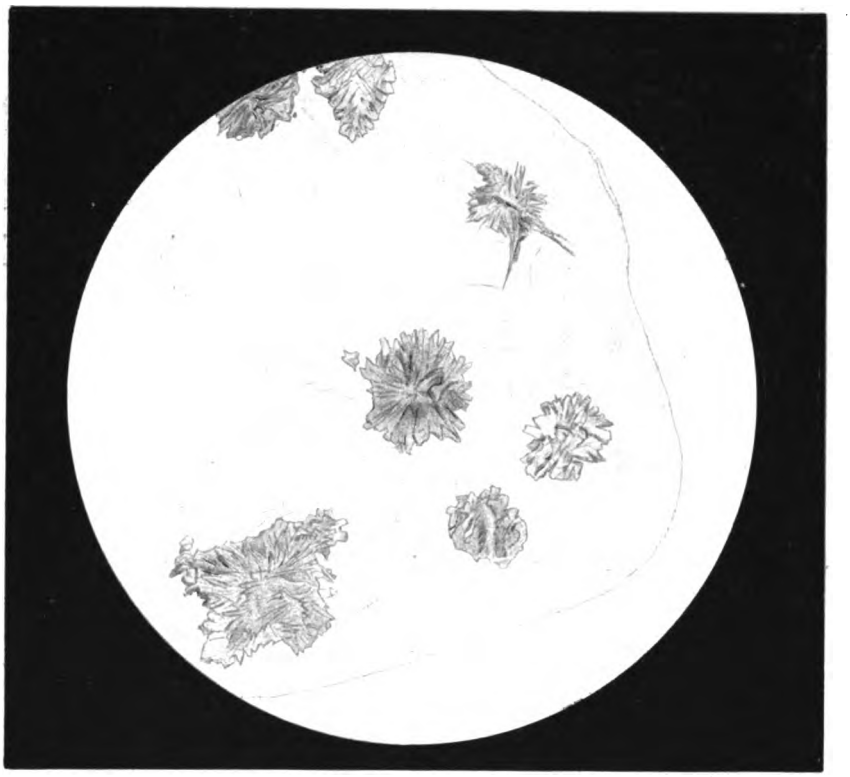
47.



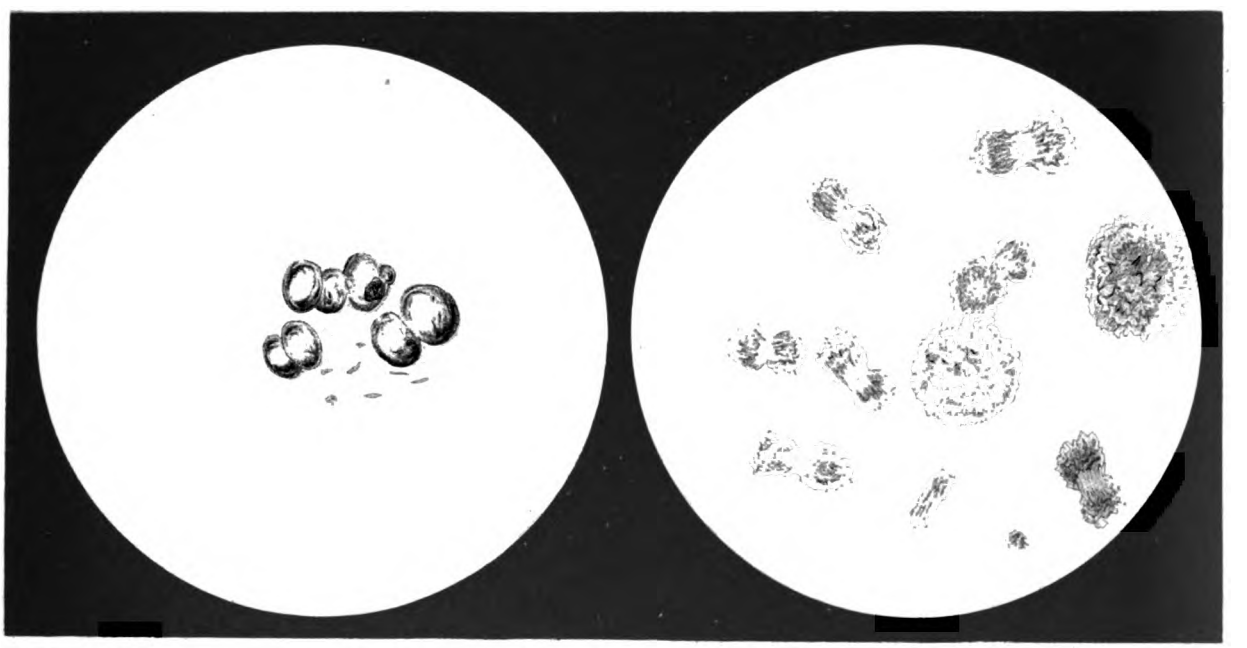
49.

Digitized by Google

Digitized by Google



50.

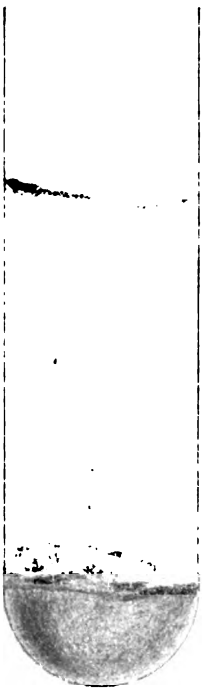


51.

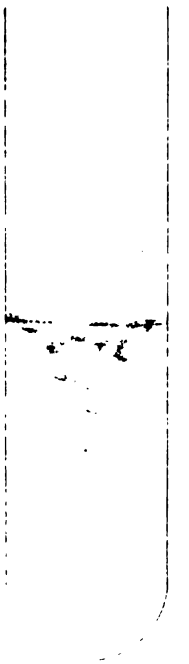
52.

Digitized by Google

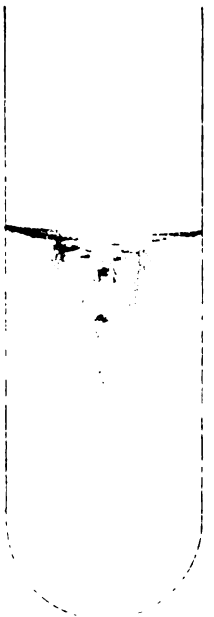
Digitized by Google



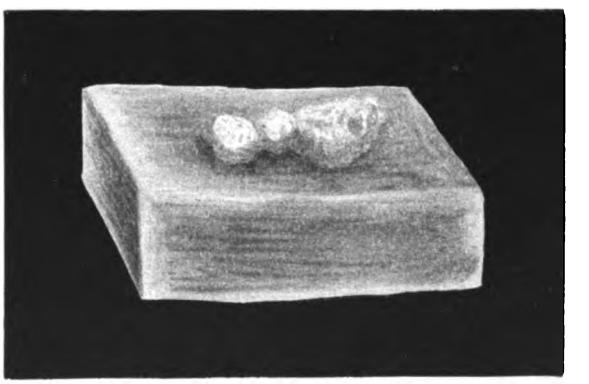
53.



55.



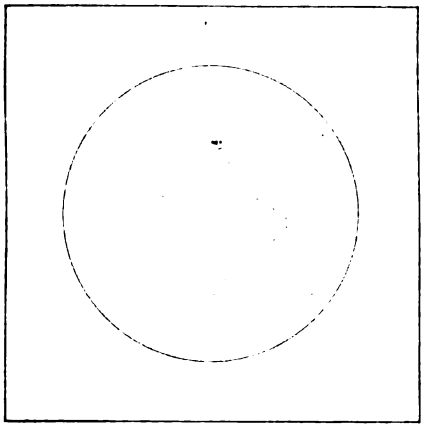
54.



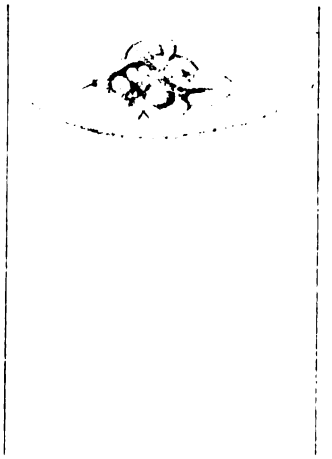
56.

Digitized by Google

Digitized by Google



57.



58.

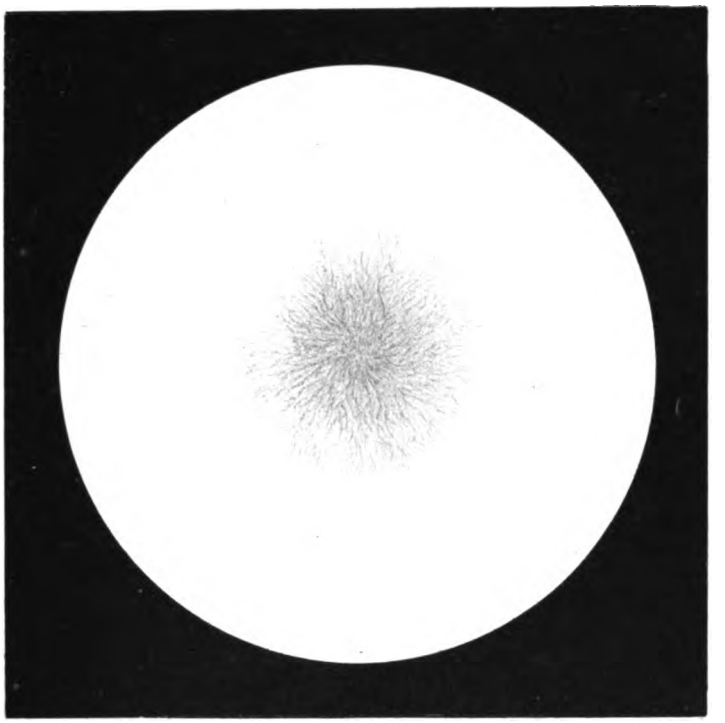
59.

60.

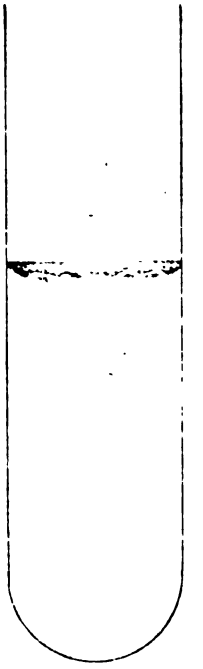
61.

Digitized by Google

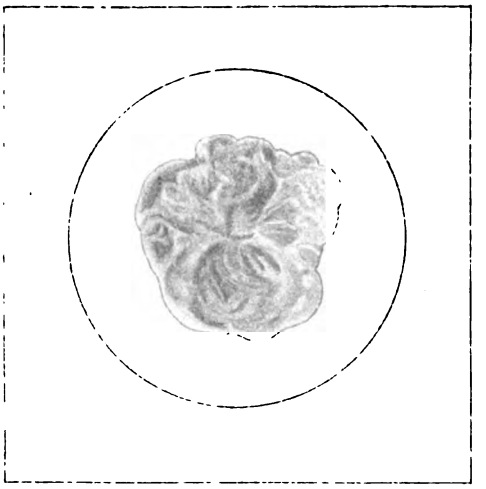
Digitized by Google



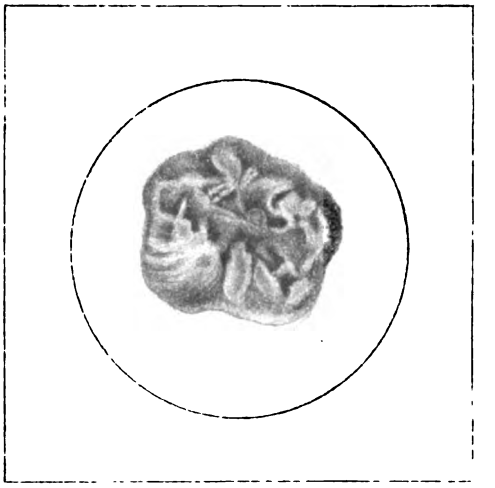
62.



63.



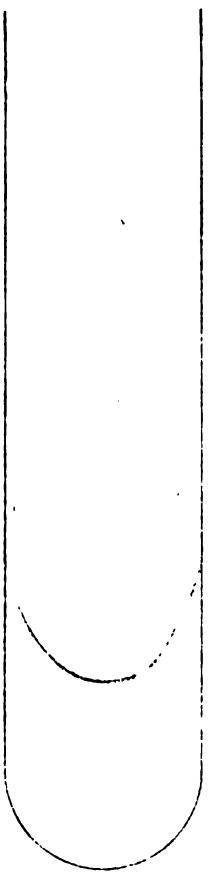
64.



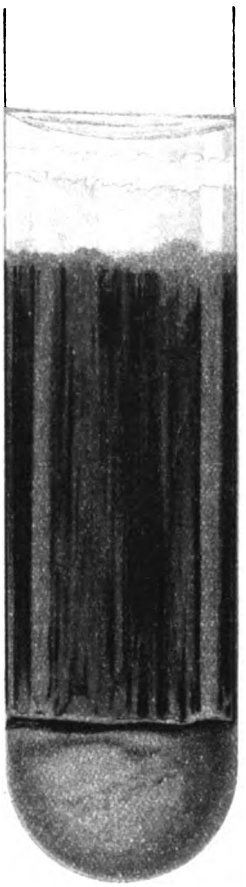
65.

Digitized by Google

Digitized by Google



66.



67.

68.

69.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google